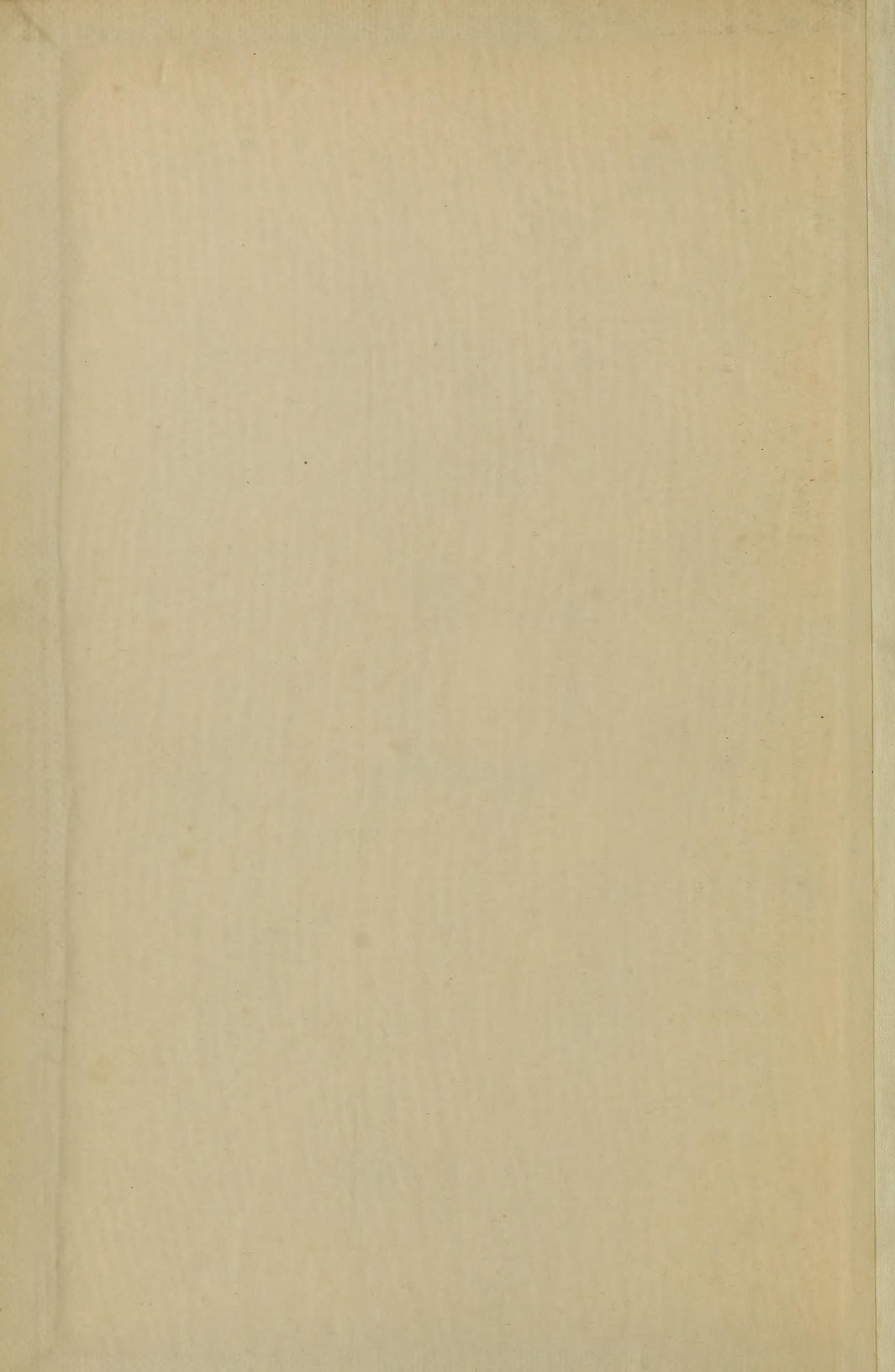
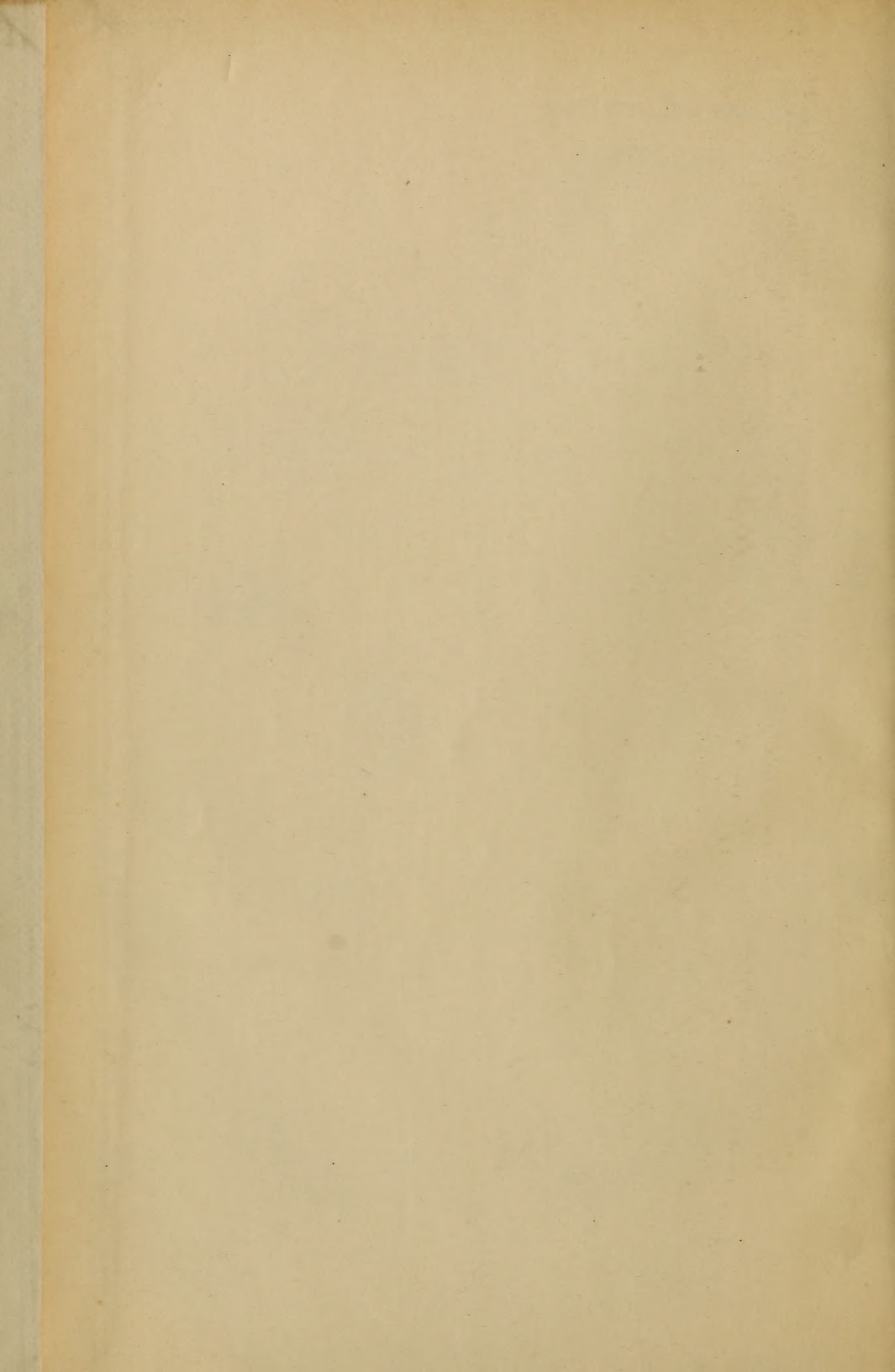
Steuer, Adolf
Die Entomostrakenfauna der alten Donau bei Wien...... Zur Frage uber Ursprung und Verbreitung der Entomostrakenfauna des Susswassers.
Zoolog. Jahrb. Fungzehnter Bd. Heft 1. 1901 pp.1-156, pls.1-12, Fig.1-20 8vo Bound





Nicht im Buchhandel. Ueberreicht vom Verfasser.

Die Entomostrakenfauna der „alten Donau“ bei Wien.

Eine ethologische Studie.

Mit einem Anhang:

Zur Frage über Ursprung und Verbreitung der Entomostrakenfauna des Süsswassers.

Von

Dr. **Adolf Steuer** in Triest.

Hierzu Tafel 1—12 und 20 Abbildungen im Text.

Abdruck

aus den

Zoologischen Jahrbüchern.

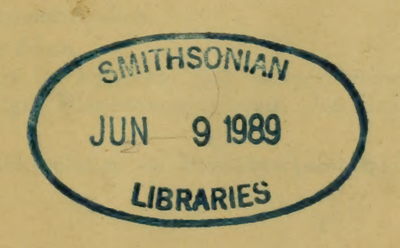
Abtheilung für Systematik, Geographie und Biologie der Thiere.

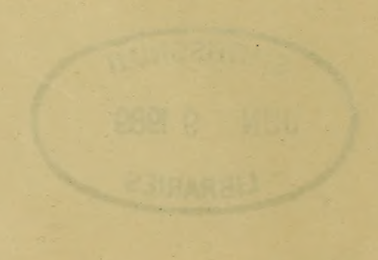
Herausgegeben von Professor Dr. J. W. Spengel in Giessen.

Fünfzehnter Band, 1. Heft. 1901.

Ausgegeben am 30. September 1901.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.





Die Entomostrakenfauna der „alten Donau" bei Wien.

Eine ethologische Studie.

Mit einem Anhang:

Zur Frage über Ursprung und Verbreitung der Entomostrakenfauna des Süsswassers.

Von

Dr. **Adolf Steuer** in Triest.

Hierzu Tafel 1—12 und 20 Abbildungen im Text.

Inhalt.

Einleitung.

Die vorliegende Studie ist das Resultat mehrjähriger Arbeit. Ursprünglich war beabsichtigt, die gesammte niedere Thier- und Pflanzenwelt der „alten Donau" bei Wien, mit besonderer Berücksichtigung der planktonischen Formen, zu untersuchen. Mein verehrter Freund Herr J. Brunnthaler (Wien) übernahm die Algen[1], ich selbst beschäftigte mich hauptsächlich mit den Entomostraken. Bezüglich der Bearbeitung der übrigen Thiergruppen sowie bezüglich der chemischen, bakteriologischen etc. Untersuchungen, die ebenfalls in Aussicht genommen waren, hofften wir bestimmt auf die Mitarbeiterschaft von Wiener Fachgenossen rechnen zu können. Leider waren unsere Bemühungen fast durchweg erfolglos, und in dieser Hinsicht blieb unsere Arbeit ein Bruchstück. Um so mehr sehe ich mich nach diesen un-

---

1) Die Publicationen erscheinen in: Verh. zool.-bot. Ges. Wien.

erfreulichen Wahrnehmungen allen jenen zu grossem Danke verpflichtet, die mir die erbetene Unterstützung nicht versagten.

An erster Stelle muss ich meines Freundes J. Brunnthaler, meines ständigen Begleiters auf den zum Theil recht beschwerlichen Excursionen, gedenken. Nach meiner Uebersiedlung nach Triest hatte er die grosse Freundlichkeit, für mich die Serienfänge einige Monate hindurch weiter fortzusetzen, und förderte meine Untersuchungen fortdauernd in uneigennützigster Weise. Beiträge lieferten die Herren Dr. A. Ginzberger und Dr. S. Prowázek in Wien, sowie K. Thon in Prag, während die Wiener Donauregulirungscommission durch gütige Vermittlung des Herrn Hafenbaudirectors Taussig die erbetenen Daten über die Pegelmessungen beisteuerte.

Sehr verpflichtet bin ich weiter dem österreichischen Fischereiverein, besonders seinem Mitglied, Herrn Official Ferd. Möschel in Kagran, dessen gastliches Haus mir jederzeit offen stand.

Vor Abschluss meiner Untersuchungen in Wien war mir noch durch Verleihung des F. v. Todesco'schen Stipendiums die erwünschte Gelegenheit gegeben, die deutschen biologischen Anstalten kennen zu lernen.

Für das zoogeographische Capitel standen mir neben der von dieser Reise heimgebrachten Sammlung noch das reiche Entomostrakenmaterial aus der Sammlung Koelbel des k. k. naturhist. Hofmuseums in Wien sowie durch gütige Vermittlung der Herren Dr. Joh. Thiele und Wilh. Weltner die Sammlung Cederström des Berliner Museums für Naturkunde zur Verfügung.

Durch Zusendung von Material, briefliche und mündliche werthvolle Auskünfte und Rathschläge bin ich noch besonders verpflichtet den Herren: Dr. Arnold (Moskau), Prof. Böhmig (Graz), Dr. Burckhardt (Lenzburg, Schweiz), J. Bischof (Wien), Prof. Cori (Triest), Prof. Cosmovici (Jassy), Dr. v. Daday (Budapest), Dr. A. Ginzberger (Wien), Dr. Grassberger (Wien), Prof. Grobben (Wien), Dr. Hansen (Kopenhagen), W. Hartwig (Berlin), Prof. Hatschek (Wien), Prof. Heider (Innsbruck), Dr. v. Keissler (Wien), Prof. Linsbauer (Pola), Dr. J. Loeb (Chicago), Lepeschkin (Moskau), Prof. v. Nettovich (Cattaro), Prof. Penck (Wien), S. A. Poppe (Vegesack), Dr. Prowázek (Wien), Dr. Puschnig (Klagenfurt), Dr. Remeč (Olmütz), Prof. Sars (Christiania), Scourfield (Leytonstone), T. Scott (Aberdeen), Dr. Seligo (Danzig), Dr. Trabert (Wien), Dr. Vávra (Prag), Dr. Walter (Trachenberg), Dr. Werner (Wien), Wesenberg-Lund (Lyngby), Prof. Zograff (Moskau).

Das Untersuchungsgebiet. (Taf. 1—2.)

(Lage, Ausdehnung, Pegelbeobachtungen, Tiefenverhältnisse, Strömungen, meteorologische Einflüsse, Eisverhältnisse, Farbe und Durchsichtigkeit, Temperatur und chemische Zusammensetzung des Wassers. — Floristische Skizze, von Dr. A. GINZBERGER [Wien]. — Regionenbildung.)

Unser Untersuchungsgebiet liegt im Norden der Stadt Wien, am linken Ufer der Donau; es stellt einen ca. 6000 m langen Bogen dar, zu dem der Strom die Sehne bildet. Ca. 500 m vom linken Ufer entfernt läuft parallel mit dem Strom der im Jahre 1876 aufgeführte Damm, durch den das „alte Donaubett" vom gegenwärtigen, regulirten Strombett vollkommen abgetrennt wurde. Die ungefähr zu derselben Zeit ebenfalls auf einem hohen Damm angelegte Kagraner Reichsstrasse, die in gerader Richtung Wien mit Kagran verbindet, trennt unser Gebiet in eine westliche und östliche Hälfte. Durch diesen Strassenbau wurde das „Karpfenwasser", seiner Zeit durch das „Magenscheinwasser" mit dem „Brücken"- und „Kaiserwasser" verbunden, ein abgeschlossenes Becken; nur durch eine unter dem Strassendamm liegende Rohrleitung soll, wie mir mitgetheilt wurde, eine Verbindung bestehen. In diesem Karpfenwasser[1]) nun, das überdies bei den fortschreitenden Regulirungsarbeiten im Strom durch Ablagerung des ausgebaggerten Schotters von Jahr zu Jahr kleiner wird, wurde regelmässig gefischt. Einige Fänge stammen auch aus dem Laichplatz im Nordosten der Militärschiesstätte. Alle übrigen, also die Mehrzahl der Fänge, stammen aus dem östlichen Abschnitt, dem Brückenwasser[1]), und endlich ein Bruchtheil noch aus dem Magenscheinwasser. Letzteres ist sehr seicht und in dem engen Canal, der es (in der Nähe der Eiswerke) mit dem Kaiserwasser verbindet, oft Monate hindurch für Kähne nicht befahrbar. Dieser ziemlich vollkommenen Abgeschlossenheit verdankt es auch einige charakteristische biologische Eigenthümlichkeiten[2]).

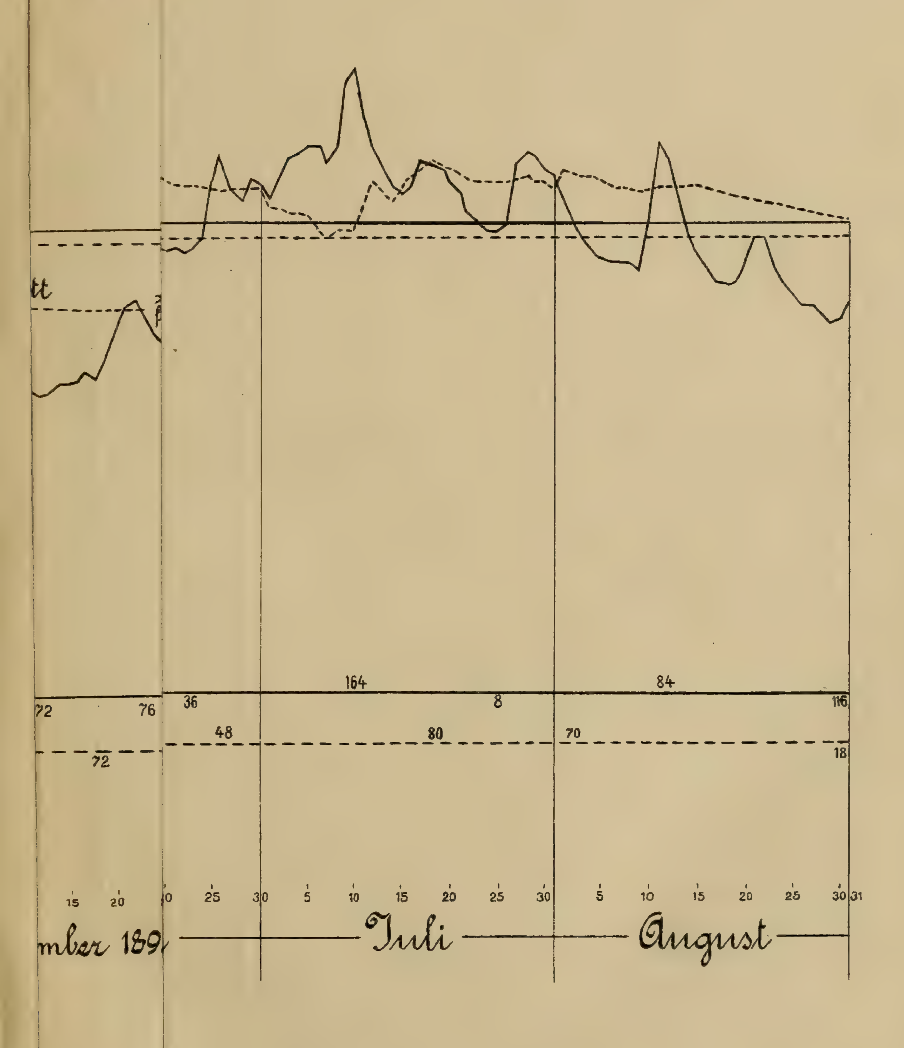
---

1) Ich will gleich hier erwähnen, dass, wie zuerst mein Freund J. BRUNNTHALER (Wien) auf Grund der ersten Planktonuntersuchungen, die er vornahm, feststellte, für das „Karpfenwasser"-Plankton Dinobryon charakteristisch ist, während Clathrocystis fehlt, im „Brückenwasser" dagegen Clathrocystis vorherrscht; wir können daher die beiden Gewässer kurzweg „Dinobryonsee" und „Chroococcaceensee" im Sinne APSTEIN's nennen; im Folgenden sind diese Bezeichnungen vielfach beibehalten worden.

2) So wurde bisher nur dort eine Süsswasserspongie und im Sep-


Zu Seite 4.

stromPegelmessungen.





Curven der im alten Donaubett nächst Kagran und im Donaustrom in der Zeit vom 1. Juli 1898 bis zum 1. September 1899 vorgenommenen Pegelmessungen.



Verlag von Gustav Fischer in Jena



Der Vollständigkeit wegen mögen noch zwei kleine Tümpel angeführt werden, die östlich von den Ruderclubhäusern, am Nordufer des Brückenwassers gelegen, als „Volvoxtümpel“ einigen Wiener Botanikern seit langem bekannt waren. In jüngster Zeit mussten sie das Schicksal vieler schöner Weiher des nahen K. K. Praters theilen: sie wurden verschüttet.

Die Länge des gesammten Untersuchungsgebietes beträgt, wie schon erwähnt, ca. 6000 m, die Breite ist selbstredend sehr verschieden, wechselt namentlich sehr nach dem jeweiligen Wasserstand. Bei Hochwasser dürfte die grösste Breite bis 300 m, bei Niederwasserstand die gesammte Wasseroberfläche wohl an die 15400 m^2 betragen, wovon ca. 200 m^2 auf das Karpfenwasser entfallen. In frühern Zeiten mag letzteres 500 m^2 und darüber gemessen haben. Das Flächenausmaass der beiden grossen Inseln (Vereinsinsel und oberes und unteres Gänsehäufl) beträgt ca. 4900 m^2. Bei Hochwasser werden sie fast vollkommen unter Wasser gesetzt, so dass dann die Flächenausdehnung des Wassers auf ca. 20500 m^2 steigt.

Die Daten über Pegelbeobachtungen während der Zeit meiner Untersuchungen wurden mir von der Donauregulirungscommission in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt und auch auf meine Bitte hin die Curven (s. Text-Fig. A) eigens für mich gezeichnet, wofür ich mich zu grossem Danke verpflichtet fühle.

Dass der Wasserstand im „alten Donaubette“ abhängig ist vom jeweiligen Wasserstand des Stromes, ist selbstverständlich, und zwar tritt regelmässig das Fallen und Steigen des Wassers in unserm Untersuchungsgebiet später ein als im Strom. Als Norm dürfte gelten: niederer Wasserstand im Winter (October bis Januar), hoher Wasserstand im Sommer.

Für das Jahr 1898 notirte ich in meinen Aufzeichnungen am 13./3. noch klares und seichtes Wasser, am 20./3. Steigen desselben. Während am 3./4. das Wasser in der „alten Donau“ noch im Steigen begriffen war, so dass wir mit unserm Kahn schon den Canal an der westlichen Spitze der Vereinsinsel passiren konnten, begann es im Strom bereits zu sinken. Im October wurde der niedrigste Wasserstand erreicht.

Die Tiefenverhältnisse sind, wie schon erwähnt, sehr wechselnd nach Localität und Jahreszeit. Im Strom beträgt die Tiefe

---

tember 1898 an Myriophyllum eine Bryozoe, *Plumatella repens*, von J. Brunnthaler gefunden.

3 m unter 0, im Brückenwasser notirten wir zur Sommerszeit als grösste Tiefe 5,5 m. Nehmen wir als Durchschnittstiefe 2,5 m, so erhalten wir als Cubikinhalt des gesammten Untersuchungsgebietes ca. 38 500 m³, wovon auf das Karpfenwasser 500 m³ entfallen.

Von Strömungen machte sich einzig die durch Sickerwasser aus dem Strom bedingte, vorzüglich west-östliche geltend; sie beeinflusste merklich die Durchsichtigkeit des Wassers und die Art der Zusammensetzung des Planktons, worauf wir im Folgenden noch zurückkommen werden.

Die Stromgeschwindigkeit beträgt im Strom selbst bei Mittelwasserstand 2,50—2,80 m. Die Donau zeigt also bei Wien noch vollkommen Wildbachcharakter. Von PENK (1891) wurde die bei Wien vorbeifliessende Wassermenge zu 1600 m³ pro Secunde berechnet (nach HEIDER, 1893).

Von meteorologischen Einflüssen mögen zunächst die herrschenden Winde erwähnt werden; die regenbringenden NW- oder W-Winde sind die häufigsten und stärksten; sie verursachten zuweilen im Frühjahr einen so hohen Wellengang, dass das Rudern in unserm Kahn dadurch wesentlich erschwert war; die Höhe der Wellen dürfte dabei 30—40 cm erreicht haben.

Im Folgenden gebe ich die Zahlen für die mittlere Windgeschwindigkeit für Wien und des Vergleiches wegen auch für Triest und Berlin [1]):

Ort	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Wien	5,1	5,4	6,2	5,2	5,4	5,3	5,5	4,9	4,7	4,6	4,9	5,2
Triest	5,5	5,3	4,2	3,2	2,8	2,6	2,7	3,1	3,5	4,2	4,1	5,1
Berlin	5,3	5,4	5,6	5,0	5,0	4,7	4,6	4,5	4,3	5,1	4,7	5,3

Die Jahresmittel sind für: Wien 5,2 m sec.
Triest 3,9 „
Berlin 5,0 „

Die Niederschlagsmengen für Wien waren [1]):

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1897	30	40	56	66	97	79	206	39	42	51	11	9
1898	23	36	45	58	126	80	63	66	49	71	16	13
1899	29	16	15	59	126	17	63	52	111	24	15	73

Die Jahressumme: 1897 726 mm
1898 646 „
1899 600 „

Die Eisverhältnisse waren folgende:

Während wir Anfang November 1897 noch vom Kahn aus fischen

1) Für die Mittheilung dieser Zahlen bin ich Herrn Dr. W. TRABERT (K. K. Centralanstalt für Meteorol. u. Erdmagnet. Wien) sehr verbunden.

konnten, fanden wir am 14./11. 97 bereits eine dünne Eisdecke; wir benutzten von da ab meist die gewöhnlich vorhandenen eisfreien „Rinnen“, um darin unsere Verticalfänge auszuführen; wenn das nicht möglich war, wurde am Ufer oder an einem bei den Eiswerken über die Eisfläche gelegten Steg ein Loch in die Eisdecke geschlagen.

Ende Januar trat Regenwetter ein, am 13./2. 98 fanden wir noch eine dünne Eisdecke im Brückenwasser, während das Karpfenwasser noch stark zugefroren war. Ende Februar brachte Thauwetter, Anfangs Sonnenschein (20.), später (27.) Regen und Schnee. Anfang März (3.) war die Eisdecke verschwunden, und am 13. konnten wir wieder vom Kahn aus fischen.

Die beiden folgenden Winter zeichneten sich bekanntlich durch ihre ganz abnorme Milde aus, die, wie wir später sehen werden, auch die Thier- und Pflanzenwelt des Planktons beeinflusste.

Farbe und Durchsichtigkeit des Wassers stehen zu einander in so enger Beziehung, dass wir sie nicht gesondert behandeln können. Im Allgemeinen liess sich folgendes feststellen:

Im Winter grünes bis gelblichgrünes, meist trübes Wasser; die Schnee- und Eisschmelze im Frühjahr und im Zusammenhang damit das Steigen des Niveaus sowie der Einfluss des Sickerwassers steigern die Trübung, und die Farbe wird immer mehr gelb.

Dass die Farbe des Donaustromes nie blau ist, wie es im Liede heisst, sondern im besten Falle grünlich, gewöhnlich aber schmutzig gelb, ist wohl allgemein bekannt.

Dagegen kann das Wasser der „alten Donau“ nach einigen windstillen Tagen im Spätherbst, Winter, wohl auch bisweilen im Frühjahr ganz klar werden und eine schön blaue Farbe annehmen.

Als Ursachen der verschiedenen Farbenänderungen und Durchsichtigkeitsgrade konnten folgende Factoren festgestellt werden:

1) Im Wasser suspendirte Sand- bezw. Schlammpartikelchen; diese gelangen

a) durch starken Wind oder Wellenschlag vom Ufer oder den flachen Inseln,

b) durch Sickerwasser vom Grunde und auch vom rechten Ufer,

c) durch die Schmelzwässer im Frühjahr vom Land her ins freie Wasser.

2) In grossen Massen auftretende, mikroskopische Organismen (monotones Plankton), das sind

a) im Winter und Frühjahr hauptsächlich Rotatorien (im Karpfenwasser), daneben auch Dinobryon und Diatomeen (im Magenschein-

wasser), welche in gleicher Weise wie die Sandpartikel das Wasser gelbgrün färben.

b) Clathrocystis (im Brückenwasser) zur Sommer- und Herbstzeit, bis in den Spätherbst, der das Wasser dann seinen tiefgrünen Farbenton verdankt. Sobald im Spätherbst, wohl in Folge der intensiven Erwärmung und der übermässigen Wucherung der genannten Alge die Colonien derselben zu Boden sinken, wird das Wasser wieder klar und bläulich, bis anhaltende Herbstregen und starker Wind und Wellenschlag durch die aufgewirbelten Sand- nnd Schlammtheilchen das Wasser trüben und gelblich färben.

Während im Frühjahr vom Kahn aus über 4—5 m Tiefe der Grund des Gewässers mit seinen Stratiotes- und Chararasen noch vollkommen deutlich gesehen werden konnte, verschwand das Netz im Herbst in Folge der massenhaft wuchernden Clathrocystis im Plankton schon bei 1 m Tiefe.

Von den Temperaturdaten verdanken wir die ersten, von November 1897 bis März 1898 Herrn Prof. Dr. Linsbauer, der mit seinem Tiefseethermometer an unsern Excursionen theilnahm. Nach seiner Uebersiedlung nach Pola wurden von Herrn J. Brunnthaler und mir die Temperaturmessungen vorgenommen — leider mit weit weniger exacten Apparaten.

Es hat sich ergeben, dass im Karpfenwasser die jährlichen Temperaturdifferenzen etwas weniger gross sind als im Brückenwasser, d. h. die Temperatur-Maxima und Minima sind in diesem durch etwas höhere bezw. niedere Zahlen markirt als in jenem.

In der ersten Hälfte des Jahres zeigt das Karpfenwasser, in der zweiten das Brückenwasser höhere Temperaturgrade.

Zur Erläuterung der Temperaturdifferenzen an der Oberfläche und am Grunde mögen folgende Zahlen dienen:

		1898										1899			
	Datum	30./1.	14./8.	17./8.	19./8.	20./8.	4./9.	11./9.	30./10.	31./10.	20./11.	11./5.	18./5.	2./8.	25./8.
Temperat. in ° C	Obfl.	2	21,4	25,1	24,3	22,5	17,5	20	11	10,6	4,8	12,8	18,6	23,1	18,7
	Grund	3,5	20,6	24,8	23,6	22,5	17,5	20	11,2	10,6	5	11,8	17,2	21,8	18,6
	Differ.	—1,5	0,8	0,3	0,7	0	0	0	—0,2	0	—0,2	1	1,4	1,3	0,1

Es ist also das Grundwasser im Winter im Maximum um 1,5 ° C wärmer als das Oberflächenwasser. Im Frühjahr tritt sodann der Ausgleich ein, und im Sommer ist schliesslich die Oberfläche um ca. ebenso viel Grad wärmer als das Wasser am Grunde; das dauert ungefähr bis Ende August, um welche Zeit der Herbstausgleich stattfindet.

Im Karpfenwasser sind die Temperaturdifferenzen der geringern Tiefe wegen noch kleiner und der Ausgleich findet entsprechend früher statt, wie folgende Zahlen zeigen:

Temperatur in ° C	Chrooc.-See 1898	Chrooc.-See 1899		Dinobryon-See 1898	Dinobryon-See 1899	
Datum	20./11.	11./5.	18./5.	20./11.	11./5.	18./5
Oberfläche	4,8	12,8	18,6	3,1	14,7	21,3
Grund	5	11,8	17,2	3,1	14,3	20,6
Differenz	—0,2	1	1,4	0	0,4	0,7

Es haben weiter die zur Zeit der Nachtfänge ausgeführten Temperaturmessungen ergeben, dass die Temperaturschwankungen des Oberflächenwassers im Laufe von ca. 24 Stunden 2° nicht erreichen. Der Unterschied der jeweiligen am 13. und 14./8., 19. und 20./8., 30. und 31./10. 98, 3. und 4./6. und endlich 21. und 22./6. 99 gefundenen höchsten und niedrigsten Temperaturen des Oberflächenwassers betrug: 1,83, 1,87, 0,63, 1,9, 1,56° C. Im Grundwasser waren die Wärmeunterschiede noch geringer, nämlich: 1,23, 1,12, 0,58, 1,1 und 1,25° C.

Der Ausgleich der Temperatur des oberflächlichen und tiefen Wassers trat im Juni und August in den ersten Morgenstunden (2 bis 3h), im October schon gegen 10h Abends ein. Hier sank die Temperatur um Mitternacht noch etwas (von 10,62 auf 10,31° C), stieg aber bald wieder auf zur Höhe der Ausgleichstemperatur (10,62) und blieb so bis zur Beendigung der Serienfänge, d. i. gegen 4h des folgenden Nachmittags. Beim Juni-Serienfang hingegen sank die Temperatur in der Tiefe gegen 6h Morgens noch unter die Ausgleichstemperatur von 18,7 auf 18,62° C, wurde aber sofort wieder nach 8h früh durch die steigende Oberflächentemperatur (18,7 auf 19,37°) auf die Ausgleichstemperatur gebracht, die auch in der Tiefe bis gegen 11h Vormittags, wo die Untersuchung abgebrochen wurde, anhielt, während sich inzwischen die Oberfläche auf 20° C erwärmte.

Schliesslich ergaben ungefähr zur selben Zeit an verschiedenen Stellen des Untersuchungsgebiets vorgenommene Untersuchungen folgendes Resultat:

4. Sept. 1898, Chroococc.-See:	
Haupttheil	17,5° C
Laichplatz	16,87 „
Magenscheinwasser	15,1 „
Donaustrom (bei der Rudolfsbrücke) .	15,3 „

Bezüglich der chemischen Zusammensetzung des Donauwassers muss ich mich auf wenige Daten beschränken.

HEIDER (1893) erwähnt die von WOLFBAUER im Jahre 1878 an

23 bei Greifenstein (ungefähr 20 km stromaufwärts von Wien) geschöpften Wasserproben vorgenommenen Analysen:

Durchschnittliche Zusammensetzung des Donauwassers vor Wien im Jahre 1878.

Gelöste Stoffe	Milligramm im Liter
Gesammtmenge	172,1
Organische Substanzen (Glühverlust)	5,6
Kieselsäure	4,8
Eisenoxydul	0,3
Kalk	61,6
Magnesia	16,6
Natron	3,8
Kali	1,9
Chlor	2,4
Schwefelsäure	12,3
Salpetersäure	1,8
Kohlensäure, gebunden	61,5
Suspendirte Stoffe.	
Gesammtmenge	103,77
Organische Substanzen und chemisch gebundenes Wasser (Glühverlust)	5,0
Carbonate, lösliche Silicate etc. (in Salpetersäure Lösliches)	46,58
Thonige Substanz (in concentrirter Schwefelsäure Aufschliessbares)	18,57
Sand	33,62

Beachtenswerth ist der geringe Glühverlust des Gesammtrückstandes der gelösten Stoffe, der niedrige Chlor- und Salpetersäuregehalt sowie der im Allgemeinen hohe Gehalt an suspendirten Stoffen, welche zum allergrössten Theile anorganischer Natur sind.

Der Gehalt an gelösten und suspendirten Stoffen machte dabei folgende Schwankungen:

	Mittel	Maxim.	Minim.	Maxim. : Minim.
Suspendirte Stoffe	103,77	338,3	9,6	35 : 1
Gelöste Stoffe	172,1	210,4	129,4	5 : 3

Im Allgemeinen constatirte Wolfbauer, dass bei kleinem Wasserstand das Wasser reicher an gelösten, dagegen ärmer an suspendirten Stoffen wird, während bei höherem Wasserstand das Umgekehrte der Fall ist.

HEIDER selbst untersuchte das Donauwasser oberhalb Wien (Nussdorf) und kam dabei zu folgendem Resultat:

Milligramm im Liter.

Datum	Pegel Reichsbr. m	Rückstand	Chlor	Ammoniak	Oxydirbarkeit Chamäleon	
25. April 1891	— 0,76	214,2	3,55	0,15	10,36	Keine salpetrige Säure; Salpetersäure in Spuren
16. Mai „	+ 0,62	162,6	3,37	0,125	5,83	
17. Juli „	+ 0,42	177,5	2,49	0	11,43	
2. August „	+ 1,96	155,9	2,31	0	8,68	
26. Sept. „	— 0,82	190,1	2,84	0	8,06	
8. Oct. „	— 1,14	206,1	2,84	0	5,65	
22. „ „	— 1,34	—	3,64	0	5,05	
2. März 1892	+ 0,20	—	3,66	0	7,55	
25. „ „	— 0,56	—	4,97	0	9,39	
10. April „	+ 0,62	—	3,20	0	9,97	
23. Sept. „	— 0,14	—	3,91	0	5,93	
28. „ „	— 0,24	178,0	3,20	0	5.58	
22. Dec. „	— 0,88	202,0	3,02	Spur?	9,96	
5. April 1893	— 0,04	178,8	4,08	0	7,27	
20. Mai „ $7^1/_2{}^h$ früh	+ 0,50	146,4	3,84	0	5,68	
20. „ „ $4^1/_2{}^h$ NM	+ 0,50	—	2,84	0	4,78	

Auf Grund seiner bakteriologischen Untersuchungen des Donauwassers von Nussdorf konnte HEIDER weiter feststellen, dass dasselbe im Mittel rund 2000 Keime pro Cubikcentimeter mit sich führt.

Floristische Skizze der Gefässpflanzenflora des Karpfen- und Brückenwassers und ihrer nächsten Umgebung.

Von Dr. AUGUST GINZBERGER (Wien).

Die folgende Schilderung ist als Skizze bezeichnet worden, vor allem deshalb, weil sie nur die Beobachtungen eines Jahres umfasst und ferner aus dem Grunde, weil — aus rein äusserlichen Ursachen — im Verlauf dieses einen Jahres (1900) nur wenige Excursionen in die betreffende Gegend gemacht werden konnten, und zwar eine am 12. Mai und mehrere im Verlauf der Monate September und October. Die Frühlings- und Herbstflora konnte somit mit vollkommen genügender Genauigkeit aufgenommen werden; doch dürfte auch die Sommerflora hinreichend berücksichtigt sein, da sich gerade die Wasser- und Sumpfpflanzen, auf die es ja hier in erster Linie ankommt, bekanntlich meist spät entwickeln und im Frühherbst noch grössten Theils in voller Entfaltung stehen.

I. Das Karpfenwasser. (Fig. B.)

Dieser todte Donauarm, der seit der Regulirung des Stromes mit demselben, wie schon früher (S. 4) erwähnt, in keiner sichtbaren Ver-

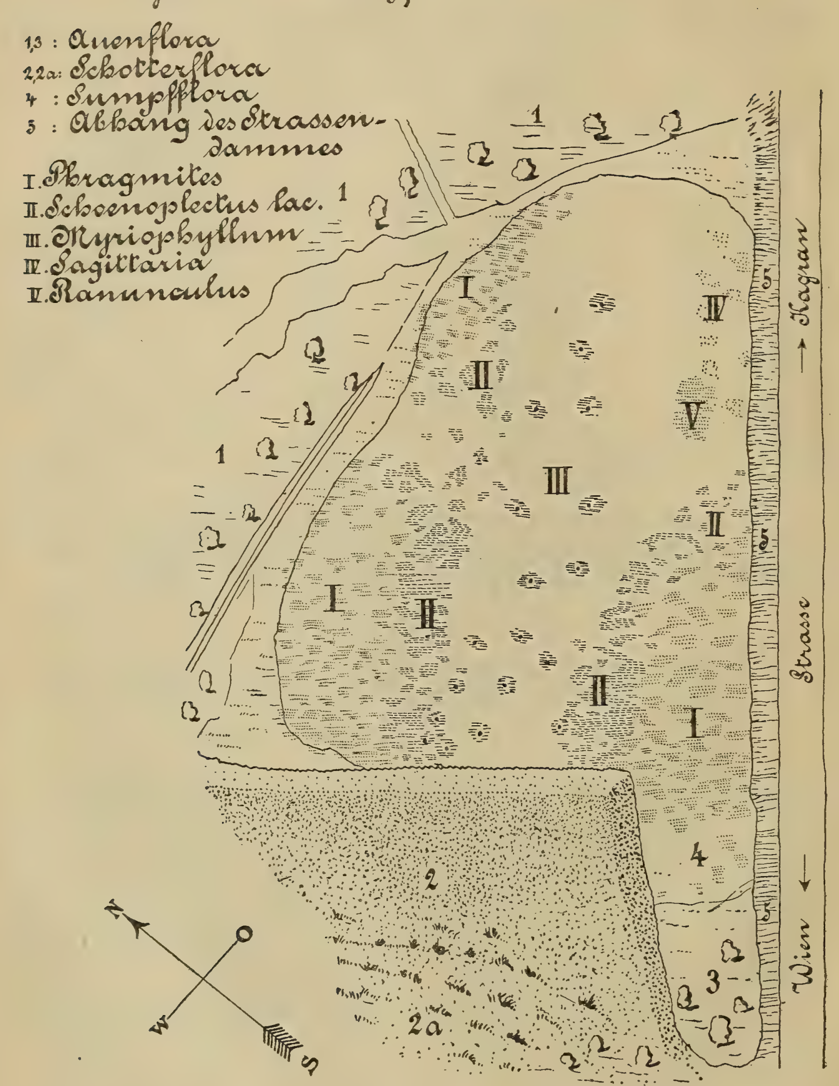

Vegetationskarte des Karpfenwassers.
1,3 : Auenflora
2,2a: Schotterflora
4 : Sumpfflora
5 : Abhang des Strassendammes
I. Phragmites
II. Schoenoplectus lac.
III. Myriophyllum
IV. Sagittaria
V. Ranunculus
→ Kagran
Strasse
Wien ←
N
W
O
S
2a

Fig. B.

bindung steht, grenzt mit der einen Seite an den Strassendamm (*5*); das südwestliche Ufer ist gleichfalls steil, da es von einer von Jahr zu Jahr mehr vordringenden Aufschüttung (*2*, *2a*) von Baggerschotter des Donaustromes begrenzt wird. Diese Aufschüttung nimmt jedoch nicht das ganze Südwestufer ein, sondern es bleibt zwischen ihr und dem Strassendamm eine nur wenige Meter breite Strecke frei (*3*, *4*), die höher liegt als der übrige Boden des Karpfenwassers und daher bei niedrigem Wasserstand zuerst austrocknet. Die beiden andern Ufer (*1*) sind flach.

Die Flora der Schotteranhäufung, die übrigens in den jüngsten Theilen vegetationslos ist, setzt sich hauptsächlich aus Pflanzen zusammen, deren Samen durch den Wind verbreitet werden; da in der Gegend von Wien westliche und nordwestliche Winde vorherrschen, so sind derartige Pflanzen (namentlich das gleich zu erwähnende Chamaenerium) in zahlreichen, parallelen, von Nordwest nach Südost verlaufenden Reihen angeordnet. Vorherrschend ist hier das schon genannte **Chamaenerium palustre**[1]) Scop. (= Epilobium Dodonaei Vill.), welches fast mit Ausschluss jeder andern Vegetation das Schotterfeld bedeckt und ihm im Sommer durch seine zahllosen, schön rosenrothen Blüthen eine schon von fern auffällige Farbe verleiht. Zwischen seinen mehr oder weniger dicht stehenden Büschen finden nur einige kleine Exemplare von angeflogenen Aubäumen (z. B. Populus nigra L.), ferner einige Gräser (z. B. B r o m u s e r e c t u s Huds. und B. tectorum L.), ein paar Rasen von Sedum Boloniense Lois. Platz. Entfernt man sich auf dem Schotterfeld vom Wasser (gegen *2a*), so nimmt die relative Zahl der Exemplare von Chamaenerium immer mehr ab, und ihr Bestand wird von Auen- und Ruderalpflanzen von den benachbarten Geländen durchsetzt. Der Abhang des Strassendammes (*5*), der gleichfalls steil zum Wasser abfällt, ist namentlich mit Artemisia vulgaris L. bedeckt. Nur an der Linie des höchsten Wasserstandes treten zwei Pflanzen auf, die an feuchte Stellen gebunden sind, nämlich Bidens tripartita L. und Roripa silvestris (L.) Bess.

Bei weitem mehr ist natürlich die Flora der flachen Ufer vom Wasser abhängig. Ein Theil derselben zeigt noch Auenflora, so an der mit *3* bezeichneten Stelle. Hier steht **Salix alba** L. in einigen hochstämmigen Exemplaren, dazwischen Populus alba L. und nigra L. sowie Alnus incana (L.) DC. mehr vereinzelt. Den Niederwuchs bilden an dieser Stelle: Equisetum arvense L., Polygonum mite Schrk., **Ranunculus repens** L., R u b u s c a e s i u s L., Potentilla anserina L., Lythrum Salicaria L., L y s i m a c h i a n u m m u l a r i a L., G a l i u m p a l u s t r e L., Inula britannica L. An höher gelegenen, daher trockenern Stellen treten auf: Trifolium fragiferum L., pratense L., repens L., aureum Poll. (= agrarium L.), Brunella vulgaris L., Leontodon autumnalis L.

---

1) Durch den verschiedenen Druck soll der Grad der Häufigkeit bezeichnet werden; die fett gedruckten Arten sind tonangebend, die gesperrt gedruckten häufig; nicht durch den Druck hervorgehobene Pflanzen sind physiognomisch von mehr untergeordneter Bedeutung.

Der tiefer gelegene Theil (*4*) des schmalen Theiles zwischen Damm und Schotteranhäufung gehört schon ganz der Sumpfflora an. Physiognomisch am auffallendsten ist hier **Phragmites communis** Trin., das in seinen dichtesten Beständen nur ein Moos [Hypnum fluitans Hedw.[1])] unter sich duldet. Das Schilf bedeckt jedoch nicht das ganze Areal von *4*, und solche schilffreie Stellen werden von einem andern Rohrgras mit niedrigerm Wuchs, schmälern und heller grün gefärbten Blättern (Baldingera arundinacea [L.] G. M. Sch.) eingenommen; andere Plätze wiederum sind mit Carex rufa (L.) (= C. acuta aut.) dicht bewachsen, zwischen welcher nur einige Exemplare von Rumex crispus L. Platz finden. In Lücken der Rohr- und Riedgrasbestände ist Lysimachia nummularia L. und Galium palustre L. häufig. An andern schilffreien Stellen fanden sich in geringerer Menge: Agrostis alba L. (= stolonifera Neilr.) (steril und mit seinen dünnen Ausläufern kleine Flecken förmlich überspinnend), Scirpus maritimus L., Heleocharis palustris (L.) R. Br., Juncus articulatus L. (= J. lamprocarpus Ehrh.). Letztern trifft man auch an vegetationsarmen Stellen, an denen der schlammige, vom Wasser verlassene Boden zu Tage tritt, und zwar zusammen mit Schoenoplectus carinatus Sm., Hippuris vulgaris L. und Veronica anagalloides Guss. **Phragmites communis** Trin. spielt auch im breitern Theil des Karpfenwassers landschaftlich eine hervorragende Rolle. Der eben erwähnte Bestand setzt sich nämlich noch ein Stück gegen NO. fort. Andere Röhrichte ziehen sich (nur an einer Stelle unterbrochen) am ganzen nordwestlichen Ufer hin. Hier sind dieselben an der Uferseite streckenweise von dem niedrigern Röhricht der Baldingera arundinacea (L.) G. M. Sch. flankirt. Ausserdem begleiten den Röhrichtstreifen zahlreiche Sumpfpflanzen und Gewächse feuchter Stellen, so: Equisetum palustre L. (steril), Alisma plantago L., Schoenoplectus triqueter (L.) Palla, carinatus Sm., Carex rufa (L.) (= acuta aut.), Polygonum mite Schrk., Ranunculus repens L., Lythrum Salicaria L., Lysimachia nummularia L., Mentha austriaca Jacq., Galium palustre L.; im Frühjahr: Cardamine pratensis L., Valeriana dioica L.

Nach aussen folgt auf das Röhricht ein Gürtel strauchiger Weiden, von denen einzelne Exemplare auch ins Schilf vordringen. Es sind dies: **Salix viminalis** L., S. purpurea L., triandra L. (var. discolor Koch), alba L. Unter dem Weidengebüsch wachsen namentlich Ranunculus repens L. und Mentha-Arten. Auf das Weidengebüsch folgt ein Wiesenstreifen, auf dem nur im Frühjahr einige Pflanzen beobachtet wurden, so: Poa pratensis L., Alopecurus pratensis L., Medicago lupulina L., Trifolium pratense L., Taraxacum officinale Wigg.; im Herbst verhinderte die Mahd die Feststellung der Vegetation. Die äussere Seite des Wiesenstreifens wird von höherem Gebüsch von **Salix alba** L., purpurea L., Populus alba L., Alnus incana (L.) D.C., Ulmus pedunculata Foug., Cornus sanguinea L. eingenommen; Humulus

1) determ. Herr stud. phil. E. Zederbauer.

Lupulus L. ist als Schlingpflanze bemerkenswerth, Rubus caesius L. bedeckt stellenweise den Boden unter den Sträuchern.

Es erübrigt nun noch, diejenigen Pflanzenbestände zu schildern, welche sich nach innen zu an den Schilfgürtel (*I*) anschliessen. Dem Röhricht folgt zunächst, wie dies bei stehenden Gewässern sehr häufig der Fall ist, eine Zone von **Schoenoplectus lacustris** (L.) Palla (*II*), dessen Halme oft bis 3 m Höhe erreichen. Auch dieser Gürtel ist keineswegs geschlossen; er fehlt dem NO.-Ufer ganz und ist an andern Stellen in inselförmige Gruppen aufgelöst. Das eigentliche Innere des Karpfenwassers, das auch bei niedrigem Wasserstand nicht austrocknet, ist fast ganz mit theils wurzelnden, theils schwimmenden Wasserpflanzen erfüllt. Im centralen Theil finden sich grosse Massen von **Myriophyllum spicatum** L. (*III*), zwischen denen auch Hippuris vulgaris L., Potamogeton pectinatus L., Sagittaria sagittifolia L. und Ranunculus divaricatus Schrk. in geringerer Menge zu finden ist. Im östlichen Theil des Karpfenwassers wächst **Sagittaria sagittifolia** L. (*IV*) in grosser Menge; jedoch wurden im Herbst 1900 ausschliesslich die bandförmigen, untergetauchten oder flutenden Blätter angetroffen. Darunter fand sich auch Potamogeton perfoliatus L. und eine schlaffe, langblättrige, ganz untergetauchte Form von Heleocharis acicularis (L.) R. Br.[1]). In der Nähe wurde schliesslich noch eine Wasserranunkel beobachtet (*V*).

Es besteht also, kurz zusammengefasst, die Vegetation des Karpfenwassers und seiner Ufer, soweit dieselben nicht durch die Cultur gänzlich verändert worden sind, in den innersten, tiefsten Theilen aus verschiedenen Wasserpflanzen, unter denen **Myriophyllum spicatum** L. und **Sagittaria sagittifolia** L. vorherrschen; an sie schliesst sich nach aussen ein Gürtel von **Schoenoplectus lacustris** (L.) Palla, sodann ein hauptsächlich aus **Phragmites communis** Trin. gebildetes Röhricht an; Auenbestände bilden den Abschluss des Gebiets nach aussen.

II. Das Brückenwasser.

Das Brückenwasser, der centrale Theil eines grossen, todten Donauarmes, ist von dem eben besprochenen in vieler Hinsicht ganz bedeutend verschieden; vor allem ist es viel grösser und tiefer. Da von Brunnthaler und Steuer fast ausschliesslich in diesem Theil gefischt wurde, will ich mich in der folgenden floristischen Skizze auch nur auf diesen centralen Theil, das Brückenwasser und seine nächste Umgebung, beschränken.

Seine Ufer sind, namentlich am NW. und NO.-Rand, steil, und die Flora dieser steilen Abhänge ist wegen der vielen, unmittelbar am Ufer sich hinziehenden Strassen und Wege keineswegs eine ursprüngliche, sondern sie wird zum grössten Theil von Pflanzen gebildet, die wir zu den Unkräutern und Ruderalpflanzen zählen; doch finden sich darunter auch einige Reste der früher bis zum Ufer reichenden Auen, so **Populus**

---

1) determ. Herr Dr. K. Rechinger.

nigra L., **Salix alba** L., Clematis vitalba L., Crataegus monogyna JACQ., Rubus caesius L., Sambucus nigra L.; Lamium maculatum L., Artemisia vulgaris L. Auch Pflanzen, die nur an feuchten Stellen gedeihen, wurden gefunden, so: Ranunculus repens L., Veronica anagalloides GUSS., Lycopus europaeus L., Stachys palustris L., Scutellaria galericulata L., Bidens tripartita L. Am nordöstlichen Ufer ist die Au noch erhalten. Dieselbe zeigt folgende Zusammensetzung:

Oberholz: Populus nigra L., alba L., Salix alba L., incana SCHRK., Alnus incana (L.) D.C., Ulmus pedunculata FOUG.

Unterholz: Salix incana SCHRK., purpurea L., Ulmus pedunculata FOUG., Berberis vulgaris L., Crataegus monogyna JACQ., Cornus sanguinea L., Sambucus nigra L., Viburnum Lantana L., Humulus Lupulus L., Clematis Vitalba L., Rubus caesius L.

Niederwuchs: **Brachypodium silvaticum** (HUDS.) R. et SCH. Melica nutans L., Poa pratensis L., trivialis L., Polygonatum latifolium (JACQ.) DESF., Polygonum lapathifolium L., Silene venosa (GILIB.) ASCHERS. (= S. inflata SM.), Alliaria officinalis ANDRZ., Ononis spinosa L., Hypericum perforatum L., Daucus carota L., Aegopodium podagraria L., Pastinaca sativa L., Pimpinella saxifraga L., Glechoma hederacea L., Satureja vulgaris (L.) FRITSCH (= Calamintha clinopodium BENTH.), Odontites rubra GILIB., Scrophularia nodosa L., Galium cruciata (L.) SCOP., Scabiosa ochroleuca L., Eupatorium cannabinum L., Erigeron annuus (L.) PERS. (= Stenactis bellidiflora A. BR.), **Taraxacum officinale** WIGG., Leontodon hispidus L., Hieracium silvestre TAUSCH. In Lachen: Holoschoenus vulgaris LK., Lysimachia nummularia L.

Von einer Sumpfflora, wie wir sie an den flachen Ufern des Karpfenwassers in reicher Entfaltung vorgefunden haben, ist hier wegen der Steilheit der Gestade keine Rede. Nur an der Kagraner Strasse befindet sich auf einer kleinen Schotterbank ein Bestand von Phragmites communis TRIN.

Die Wasserpflanzen sind fast durchwegs ganz andere als im Karpfenwasser. Die bezeichnendste ist **Stratiotes aloides** L., die namentlich an der Südwestseite des Brückenwassers in grossen Mengen vorkommt, am gegenüberliegenden Ufer jedoch minder häufig ist. Als sehr häufig muss hier auch einer Pflanzengruppe gedacht werden, deren Ausführung eigentlich den Rahmen dieser nur die Gefässpflanzen enthaltenden Skizze überschreitet, nämlich der **Characeen.** Diese bedecken [1]) in förmlichen „Wiesen“ namentlich die tiefern Stellen des Gewässers, eine Art (Chara aspera [DETHARD.] WILLD. [2]) wurde an seichten Stellen am SW.-Ufer in der Stratiotes-Region häufig angetroffen; stellenweise ist sie sogar tonangebend. Ausserdem wurde noch gefunden: Potamogeton perfoliatus L., Elodea canadensis RICH., Ceratophyllum demersum L. und ein Myriophyllum, das wegen der fehlenden Blüthen nicht bestimmt werden konnte.

---

1) Nach einer Mittheilung des Herrn J. BRUNNTHALER.
2) determ. Herr J. BRUNNTHALER (Wien).

Mit dem Karpfenwasser verglichen, zeigt das Brückenwasser eine auffällige Verarmung der Flora, an der wohl wenigstens zum Theil die Veränderungen schuld sind, welche die Cultur hervorgerufen hat.

Regionenbildungen.

Bevor ich zur Aufzählung und Besprechung der Entomostrakenfauna übergehe, die unser Untersuchungsgebiet bevölkert, möchte ich zunächst einige Bemerkungen über die Eintheilung der untersuchten Gewässer von biologischen Gesichtspunkten vorausschicken. Wir konnten folgende Gebiete unterscheiden: ein pelagisches Gebiet, eine Litoralzone und endlich als drittes Gebiet den Boden der Gewässer. Von einer Litoralzone kann man nur dort sprechen, wo eine reichere Vegetation ein reicheres Thierleben ermöglicht. So war im Allgemeinen beim Brückenwasser das südwestliche Flachufer organismenreicher als das nordöstliche Steilufer — der Steindamm, der dort errichtet ist. Auch die Bodenfauna war nicht unwesentlich beeinflusst von der dort befindlichen Vegetationsmenge. Am thierärmsten waren wohl die grossen Sandflächen am Grunde des Brückenwassers; die zerstreut auftretenden Stratiotes- und Chararasen bildeten so gewissermaassen „Oasen“ in der Sandwüste und zeigten ein verhältnissmässig reicheres Thierleben. Der zeitweise, bei niedrigem Wasserstand, isolirte, im Allgemeinen seichtere Nebenarm, das Magenscheinwasser, zeigte eine weit reichere Bodenfauna; hier war der Boden aber auch viel mehr bewachsen; dasselbe gilt im Allgemeinen auch vom Karpfenwasser; in diesem konnte ich am 3. Juli und 12. August 1898 alle Uebergänge einer reinen Tümpelfauna und pelagischen Fauna in der Uferzone beobachten.

Ich fischte dortselbst zunächst an unserm gewöhnlichen Fangplatz im Süden von der Mitte des aufgeschütteten Terrains aus; die Böschung ist hier ziemlich steil, der Boden spärlich bewachsen; es wurden gefunden und zwar an der Oberfläche: viele *Dinobryon*, *Ceratium*, junge *Cyclops* und in 1—$1^1/_2$ m Tiefe ausserdem Bosminen, alte, eiertragende *Cyclops* und Rotatorien. Links davon, zwischen Schoenoplectus und Myriophyllum wurden noch genügend viele junge und ausgewachsene *Cyclops* erbeutet, auch genügend Ceratium, daneben trat *Simocephalus serrulatus* auf. *Bosmina*, *Dinobryon*, Rotatorien und Diatomeen fehlten; an die Stelle der letztern trat eine Grünalge. An der rechten Seite der Böschung zieht sich am Rande der Strasse

gegen Süden ein Graben, der damals bei Hochwasser überfluthet, im letzten Theil reich mit Schilf besetzt war. Hier wurden hauptsächlich alte *Cyclops*, *Simocephalus* und Diatomeen in grossen Mengen gefunden, die dem mittlern Theil vollkommen fehlten.

Wir ersehen hieraus, wie verschieden die Fauna selbst auf einer kleinen Uferstrecke sein kann und wie abhängig sie mitunter von der Flora ist, die das Ufer an tiefern und seichtern Stellen umsäumt.

Liste der im Untersuchungsgebiet gesammelten Entomostraken.

Cladoceren:

Sida crystallina O. F. M.
Diaphanosoma brachyurum Liévin
Daphnia hyalina Leydig
Hyalodaphnia jardinei Rich.
Ceriodaphnia megops Sars
„ *rotunda* Strauss
Simocephalus vetulus O. F. M.
„ *serrulatus* Koch
Scapholeberis mucronata O. F. M.
Bosmina longirostris O. F. M. *cornuta* Jurine
Macrothrix laticornis Jurine
Ilyocryptus sordidus Liévin
Eurycercus lamellatus O. F. M.
Acroperus leucocephalus Koch
Leydigia quadrangularis Leydig
Alona affinis Leydig
„ *costata* Sars
„ *guttata* Sars
„ *pulchra* Hellich (?)
„ *rostrata* Koch
„ *falcata* Sars
Pleuroxus nanus Baird
„ *personatus* Leydig
Chydorus sphaericus O. F. M. *var. caelatus* Schoedler
Monospilus tenuirostris Fischer
Leptodora kindti Focke

Ostracoden:

Cypridopsis vidua O. F. M.
Cyclocypris laevis O. F. M.
Cypria ophthalmica Jur.

Copepoden:

Cyclops leuckarti Claus
„ *oithonoides* Sars
„ *vernalis* Fischer
„ *viridis* Jurine
„ *bicolor* Sars
„ *albidus* Jurine
„ *serrulatus* Fischer
Cyclops fimbriatus Fischer
Diaptomus gracilis Sars
Canthocamptus crassus Sars
Nitocra hibernica Brady
Ergasilus sieboldi v. Nordm.
Argulus viridis v. Nettovich

Liste der im Winter 1897—98 gesammelten Wassermilben.

Von K. Thon (Prag).

19./12. 97. Dinobryon-See.

Atax crassipes Müller.

7./1. 98. Chroococcaceen-See zwischen Stratiotes.

Atax crassipes Müller, *Neumania limosa* (Koch) Berlese ♀, *Curvipes nodatus* Müller *var. typicus* ♀, *Hygrobates longiporus* Thor ♂, *Acercus ligulifer* Piersig ♂, *Neumania sp.* Nymphe.

30./1. 98. Dinobryon-See.

Curvipes nodatus Müller (?) Nymphe.

30./1. 98. Chroococcaceen-See, bei den Eiswerken.

Atax crassipes Müller.

13./2. 98. Chroococcaceen-See, Nordufer.

Hygrobates nigro-maculatus Lebert ♂, *Brachypoda versicolor* Müller ♀.

13./2. 98. Dinobryon-See, unter starker Eisdecke.

Atax crassipes Müller, *Neumania limosa* (Koch) Berlese ♀, *Limnesia undulata* Müller ♂, *Curvipes sp.* Nymphe.

20./2. Chroococcaceen-See, bei den Eiswerken.

Curvipes sp. Nymphe.

27./2. ebendort.

Atax crassipes Müller.

6./3. ebendort.

Atax crasipes Müller ♂ und ♀.

Liste der im Winter 1897—98 gesammelten Protozoen.

Von Dr. S. Prowázek (Wien).

Dinobryon-See, December und Januar.

Achromatium oxaliferum Schewiakoff (*Modderula hartwigi* Frenzel); theilte sich öfters.

Vorticella microstoma Ehrbg. (19./12.); freischwimmend.

Chroococcaceen-See, 16./1. Vorm., Steg der Eiswerke.

Loxophyllum (selten). Einige kleine, monasartige Flagellaten.

Euglena viridis Ehrbg. (zahlreich, mit vielen Chromoplasten und von gedrungener Körpergestalt).

30./1. ebendort.

Actinosphaerium eichhorni Ehrbg. (die Vacuole entleerte sich zuweilen nicht, sondern erhielt seitlich nach Art eines Gummiballes 1 bis 2 Einbiegungen, die sich wieder ausglätteten).

Februar, ebendort.

Stentor polymorphus O. F. Müll. (einige).
Petalomonas abscissa Djrd.
Difflugia pyriformis Perty (einige, vom Grunde).

Dinobryon-See, Februar.

Difflugia globulosa Djrd.
Coleps hirtus Ehrbg. } im Grundschlamm in grösserer Menge.

Vertheilung der Entomostraken auf die einzelnen Regionen.

Mit Rücksicht auf die früher gegebene Eintheilung des Untersuchungsgebiets in die drei Regionen:

pelagische Region
Uferregion
Grundregion

lässt sich die Thierwelt in folgende biologische Gruppen einreihen; wir können unterscheiden:

1. Pelagische oder limnetische Arten und zwar

a) echt limnetische oder eulimnetische oder auch activ limnetische Arten,

b) tycholimnetische oder zufällig limnetische Arten, das sind:

α) Uferformen,
β) Grundformen,
γ) parasitische Formen.

c) Die limnetischen Arten lassen sich weiter noch unterscheiden in:

α) autochthone Arten, das sind solche, die von dem betreffenden Gewässer dauernd Besitz ergriffen haben, sich dort also auch vermehren und durchaus in grosser Zahl auftreten. Daneben finden sich aber in unserm Untersuchungsgebiet noch

β) Fremdlinge, die immer nur sporadisch auftreten. Dahin gehören in unserm Untersuchungsgebiet die Daphniden, die ich während der ganzen Zeit der Untersuchung nur in wenigen Exemplaren sammelte.

Ich nehme an, dass diese Thiere zufällig mitunter durch Wind, Ueberschwemmung, Vögel etc. eingeschleppt werden, aber mit den autochthonen Formen, die gewissermaassen einen geschlossenen „Ring“ bilden, auf die Dauer nicht zu concurriren vermögen und daher früher oder später wieder eingehen. Nur wenn die chemisch-physikalischen Verhältnisse sich, entweder auf natürlichem Wege oder künstlich durch den Menschen verursacht (Bonitirung), anders, d. h. für die Erhaltung einer reichern, mannigfaltigern Fauna günstiger gestalten und damit die Ernährungsbedingungen bessere werden, wird auch den „Fremdlingen“ ein längeres Verweilen möglich, sie werden schliesslich ebenfalls zu autochthonen Formen. Es wäre sehr lehrreich, gerade in den Altwässern dieser Frage näher zu treten.

Sobald ein Flussarm vom Hauptbett isolirt wird, wird die ursprünglich arme Plankton-Fauna (Potamoplankton) durch Wegfall der ihrer Entwicklung ungünstigen starken Strömung, durch stete Vermehrung der Grund- und Ufervegetation immer reicher, bis sich aus dem „Potamoplankton“ schliesslich ein „Heleoplankton“ entwickelt; mit der Zeit kann sich unter besonders günstigen Umständen vielleicht gar eine Sumpffauna herausbilden.

So zweifle ich nicht, dass sich in unserm Untersuchungsgebiet im Laufe der Zeit die Daphniden vollkommen einbürgern werden.

Solche Fremdlinge finden wir ja auch unter den Landthieren (Steppenhuhn, Rosenstaar) und auch in der marinen Fauna wieder; es können z. B. für die Fauna des Triester Golfes *Salpa africana*, *Cotylorhiza* und *Lucernaria* als „Fremdlinge“ betrachtet werden.

2. Litorale Arten.

Diese können wieder entweder nach ihrem Aufenthaltsort in einer der Vegetationszonen eingetheilt werden in Bewohner der Schilfbestände, der Schoenoplectus-Region u. s. w. oder nach dem Grad ihrer Schwimmfähigkeit (nach Steenroos) in

a) Arten, welche meist eine freischwimmende Lebensweise führen, jedoch bisweilen am Boden oder an Pflanzen rasten müssen;

b) Arten, welche meist am Boden oder an Pflanzen kriechen, des Schwimmvermögens aber nicht entbehren;

c) echte Schlammbewohner oder limicole Arten.

Die letztern Formen haben wir als die eigentlichen

3. Grundformen

anzusehen.

Ich möchte aber bemerken, dass es 1) nur dann möglich ist, diese einzelnen Gruppen genau zu charakterisiren, wenn man, wie es STEENROOS 1898 that, alle Bewohner des Beckens in Betracht zieht und 2) dass es selbstredend im einzelnen Fall oft schwierig ist, zu entscheiden, ob man manche Art in diese oder jene Gruppe einreihen soll, da ja alle durch Uebergänge mit einander verbunden sind. Der Wechsel der Jahreszeiten, ja selbst der Wechsel von Tag und Nacht bedingen auch in dieser Hinsicht ganz eigenartige Verhältnisse. Wir finden z. B. in unserm Gebiet im Winter, dass die eulimnetischen Formen aus dem freien Wasser verschwinden, so dass es fast vollständig azoisch wird; diese Thiere sind dann nur in oder über den Stratiotesrasen der litoralen Region zu finden. Im Frühjahr wiederum werden durch Wind und Wellen und besonders durch das Sickerwasser mit den Sandpartikelchen des Grundes auch die Grundformen emporgewirbelt. So konnte es geschehen, dass ich z. B. am 30./4. 98 in einem rein pelagischen Fang mehr Bodenformen fand als in einer derselben Stelle entnommenen Grundprobe!

Die Zahl der „tychopelagisch" gefundenen Arten ist verhältnissmässig gross, und ich konnte feststellen, dass im Durchschnitt in der Nacht noch mehr dieser Thiere pelagisch gefunden wurden als am Tage.

Manche im Brückenwasser seltnere Form (z. B. *Sida*, *Diaphanosoma*) wurde entweder nur in den Nachtfängen oder wenigstens bei ihrem ersten Auftreten im Frühjahr zuerst während der Nachtfänge und erst später auch am Tage gesammelt.

Als eulimnetische Krebse hätten wir etwa folgende Formen des Brückenwassers anzusehen:

Hyalodaphnia jardinei var. kahlbergensis
Bosmina longirostris
Leptodora hyalina
Diaptomus gracilis
Cyclops oithonoides
„ *leuckarti*

Thycholimnetisch sind und zwar angeordnet ungefähr nach der Häufigkeit ihres Auftretens im freien Wasser:

Diaphanosoma brachyurum
Sida crystallina
Ceriodaphnia pulchella
Pleuroxus nanus
Chydorus sphaericus
Alona rostrata
Chydorus sphaericus var. coelatus
Alona affinis
Acroperus leucocephalus
Macrothrix laticornis
Alona falcata
Cyclops serrulatus

Simocephalus sp. juv.
Daphnia longispina
Nitocra hibernica

Im Karpfenwasser traten ausserdem tychopelagisch auf:

Alona pulchra
Eurycercus lamellatus
Cyclops bicolor

Von tychopelagisch gefundenen Parasiten sind zu nennen:

Ergasilus sieboldi und *Argulus viridis.*

Von den nicht-limnetischen Krebsen kommen wegen der verhältnissmässigen Gleichförmigkeit der Ufer- und Grundpartien des Brückenwassers nur folgende zwei Kategorien in Betracht:

1) Bewohner der zuweilen mit Chara untermischten Stratiotesbestände,

2) Bewohner der vollkommen oder fast vollkommen vegetationslosen Uferpartien (Nordufer) und des vegetationslosen Sandbodens.

Und auch die Entscheidung über die Fauna dieser beiden Localitäten war nicht leicht, da nur im Winter vom Ufer oder einem über die Eisdecke gelegten Steg aus im klaren Wasser gefischt und so genau angegeben werden konnte, ob der Fang aus dem Sandgrund stammte oder ob die Stratiotesrasen abgestreift wurden. Im Sommer war wegen des Auftretens der Clathrocystis gewöhnlich das Wasser viel zu undurchsichtig.

Ein Vergleich des im Brückenwasser im December 1897, im Januar, Februar, März und Juni 1898 theils am sandigen Grunde, theils auf Stratiotes gesammelten Materials ergiebt folgendes:

Nur auf oder über Stratiotes wurden gefunden:

Acroperus leucocephalus
Cyclops bicolor
Diaptomus gracilis
Eurycercus lamellatus
Chydorus sphaericus
Simocephalus vetulus

Nur auf dem sandigen Grunde lebten:

Alona leydigi
Nitocra hibernica
Monospilus tenuirostris
Alona rostrata

Im Allgemeinen dürften die Cyclopiden, *Diaptomus*, *Bosmina*, *Acroperus leucocephalus*, die Mehrzahl der *Alona*-Arten, *Chydorus* und *Pleuroxus*, *Eurycercus*, *Simocephalus* die Stratiotesrasen,

Pleuroxus personatus, *Ilyocryptus sordidus*, *Monospilus tenuirostris* *Alona leydigi*, *Nitocra hibernica* mehr den Sandboden bevorzugen; besonders charakteristisch für den Sandboden und angepasst an das

Leben auf oder gar in ihm sind: *Ilyocryptus sordidus*, *Pleuroxus personatus*, *Alona leydigi* und *Monospilus tenuirostris*.

In ihren tropischen Eigenschaften fand ich speciell bei *Pleuroxus personatus*, dass diese Cladocere nicht etwa, wie man annehmen könnte, intensiv negativ heliotropisch ist; sie scheint vielmehr gegen Lichtstrahlen sich ziemlich indifferent zu verhalten; ähnliches findet man auch, wie ich später ausführen werde, bei in der Jugend intensiv positiv, später negativ heliotropischen Thieren, wie z. B. *Diaptomus* und *Daphnia*, als letztes Stadium, das wohl dann als Absterbeerscheinung aufzufassen ist.

Dagegen scheint bei den sandbewohnenden Cladoceren, ähnlich wie bei einigen Ostracoden, der Stereotropismus (Contactreizbarkeit) ziemlich stark entwickelt zu sein.

Wie trefflich die Organismen im Bau ihres Panzers, ihrer Antennen etc. dieser Lebensweise angepasst sind, wurde schon von Kurz und neuerdings von Steenroos (1898, p. 71) ausführlich beschrieben. Manche dieser Thiere, z. B. *Ilyocryptus*, sind nur von einem geübten Auge im Schlamm wahrzunehmen und in der Regel derart beschmutzt, dass man sie vor dem Zeichnen allemal erst einer gründlichen Reinigung mittels eines feinen Pinsels unterziehen muss, wenn man halbwegs deutlich die Structur der Schale auf dem Bild zur Anschauung bringen will.

Dass der öde Sandboden des Brückenwassers, ganz abgesehen von den typischen Schlammformen, auch von andern Cladoceren und Copepoden (Cyclopiden) vergleichsweise reich bevölkert ist, hat, wie ich annehme, seinen Grund darin, dass die Ernährungsverhältnisse hier nur wenig schlechter sind als auf Stratiotes und an den andern Oertlichkeiten. Es sind nämlich nicht nur die Stratiotesblätter, sondern auch der Sandboden von einer starken Diatomeenschicht bedeckt, die, wie die Darminhaltsuntersuchungen zeigten, die fast ausschliessliche Nahrung der Bewohner dieser Gebiete ausmachen.

Ganz besonders diatomeenreich dürfte nach den Untersuchungen vom 19./8. 98 und 4./9. 98 das Magenscheinwasser sein; hier waren die Stratiotesblätter mit einer auffallend dicken Diatomeenschicht bedeckt, und das grössere Volumen bei der quantitativen Untersuchung dieses Armes ist hauptsächlich dem massenhaften Auftreten derselben zuzuschreiben.

Aehnlich wie von Steenroos (1898) im Nurmijärvi-See konnten auch im Karpfenwasser mehrere Vegetationszonen unterschieden werden, worüber A. Ginzberger an anderer Stelle (s. S. 14 u. 15) berichtet.

Im Nurmijärvi-See constatirte Steenroos (p. 26) von der Peripherie des Sees gegen das Innere folgende Regionen:

1) die Equisetum-Region;

2) die Scirpus[1])-Region;

3) die mittlere Region, hauptsächlich von Sparganium partienweise bewachsen.

Im Karpfenwasser wurden gefunden[2]):

An Ranunculus (26./5. 98):

Sida crystallina	*Alona costata*
Scapholeberis mucronata	*Bosmina longirostris*
Pleuroxus nanus	*Cyclops serrulatus*
Chydorus sphaericus	„ *oithonoides*
Alona guttata	*Diaptomus gracilis*

Zwischen Myriophyllum (11./9. 98):

Sida crystallina	*Bosmina longirostris*
Ceriodaphnia rotunda	*Diaptomus gracilis*
Simocephalus vetulus	*Cyclops leuckarti*
Acroperus leucocephalus	„ *albidus*

Zwischen Schoenoplectus, untermischt mit Myriophyllum (11./9. 98):

Sida crystallina	*Alona pulchra*
Simocephalus serrulatus	*Diaptomus gracilis*
Acroperus leucocephalus	*Cyclops leuckarti*
Eurycercus lamellatus	„ *oithonoides*
Alona guttata	

Endlich bei Hochwasser am 3./7. 98 an dem seichten Graben längs der Strasse zwischen Fadenalgen:

Scapholeberis mucronata	*Chydorus sphaericus*
Simocephalus vetulus	*Cyclops serrulatus*
Alona guttata	„ *vernalis*

Ebendort am 12./8. 98:

Chydorus sphaericus	*Bosmina longirostris juv.*

Da, wie erwähnt, die Phragmites-Region nur selten überfluthet war, konnte hier nicht gefischt worden.

Wie überdies aus der Zusammenstellung zu ersehen ist, ist der Unterschied in der Entomostrakenfauna der einzelnen Regionen nur ein unbedeutender.

---

1) Bezw. Schoenoplectus.

2) Vgl. dazu Fig. B, S. 12.

Simocephalus vetulus und *Ceriodaphnia* scheinen im Allgemeinen die Myriophyllum-Zone zu bevorzugen, *Scapholeberis* wurde nur am Ostufer des Karpfenwassers gesammelt.

Faunenlisten einiger in kurzer oder weiterer Entfernung von unserem Beobachtungsgebiet gelegenen Wässer.

Am Nordrand des Brückenwassers liegen zwei schon Eingangs (S. 5) erwähnte Tümpel in einem kleinen Laubwäldchen, wir nennen sie Volvoxtümpel I und II.

In dem erstern fand ich am 18./9. 99:

Simocephalus vetulus
Chydorus sphaericus
Cyclops viridis
Cyclops serrulatus
Cypria ophthalmica
Cyclocypris laevis

ausserdem massenhaft Volvox.

Im Tümpel II wurden gefunden am 12./6. 98:

Simocephalus vetulus
Scapholeberis mucronata
Ceriodaphnia megops
Chydorus sphaericus
Bosmina longirostris
Cyclops serrulatus
Diaptomus gracilis

Volvox war in geringerer Menge vorhanden.

Im „Laichschonplatz“ wurde gesammelt am 14./5. 98 (pelagisch):

Diaptomus gracilis juv.
Cyclops oithonoides
Bosmina longirostris-cornuta
Chydorus sphaericus
„ *var. coelatus*
Pleuroxus nanus

Am Ufer zwischen Schilf daselbst:

Cyclops viridis
„ *bicolor*
Ceriodaphnia pulchella
Chydorus sphaericus (Uebergang zu *var. coelatus*)

Ebendort am 28./8. 98 zwischen Stratiotes und Myriophyllum:

Nitocra hibernica
Eurycercus lamellatus
Ceriodaphnia sp. juv.
Simocephalus vetulus
Cypridopsis vidua

Herrn v. Hungerbyehler endlich verdanke ich einen Fang aus dem Teich beim Constantinhügel im naheliegenden K. K. Prater (21./11. 97):

Simocephalus vetulus
Pleuroxus nanus
Chydorus sphaericus
Bosmina longirostris
Cyclops albidus

Auffallend ist, wie schon erwähnt, das gänzliche Fehlen der Daphniden an allen diesen Orten, weiter scheint mir von Interesse, dass Volvox, der in den beiden Tümpeln, namentlich im ersten, in so grossen Mengen vorkommt, dem wenige Schritte entfernten Brückenwasser und auch den übrigen Theilen der „alten Donau“ vollkommen fehlt.

Zur Ethologie der litoralen Entomostraken.

Eine weitere Frage, die ich mir vorlegte, war die, ob die litorale Entomostrakenfauna in allen Theilen des Untersuchungsgebiets in annähernd derselben Artenzusammensetzung und Individuenzahl anzutreffen sei. Aufschluss darüber geben die zahlreichen, zu verschiedenen Zeiten an verschiedenen Stellen, so z. B. im Winter an der „Kagraner Brücke“, bei den Eiswerken, den Sporthäusern am nördlichen Ufer und endlich in der Mitte des Brückenwassers vom Kahn aus gesammelten Proben.

Ein Vergleich derselben führte zu dem Resultat, dass zur gleichen Zeit gleichartige Oertlichkeiten qualitativ und quantitativ annähernd gleichmässig bevölkert sind.

Die litorale Krebsfauna, ja die litorale Fauna ganz allgemein wird gegenwärtig im Verhältniss zu der limnetischen ungerechter Weise etwas stiefmütterlich behandelt, was schon von manchen Zoologen, zuletzt wieder von Schiemenz (98), gerügt wurde. Bei aller Sympathie für die zarten Planktonformen, die in ihrer Biologie so viel Anziehendes bieten, dass sich der moderne Planktonforscher ihnen am liebsten ganz widmet, ist doch die Litoralfauna unzweifelhaft — vom rein praktischen Standpunkt — nicht minder wichtig, vielfach entschieden sogar werthvoller. Nach meinen seit 1897 gesammelten Erfahrungen scheint es mir nicht so undurchführbar, auch den Reichthum der Ufer- bezw. Grundfauna zahlenmässig festzustellen, um so im Stande zu sein, nicht nur auch darin verschiedene Gewässer auf ihren Reichthum hin zu untersuchen und zu vergleichen, sondern auch deshalb, um angeben zu können, ob die Litoralfauna in den verschiedenen Jahreszeiten qualitativ und quantitativ gleich bleibt oder nicht. In der That finden wir die ersten Anfänge einer diesbezüglichen quantitativen Forschung bereits in der Literatur vor. Ich erwähne nur die beiden Arbeiten von Garbini (95, p. 6 u. 7 S.-A.) und Schiemenz (98).

Zur Beantwortung der Frage, ob die Litoralfauna im Laufe eines Jahres qualitativ und quantitativ gleich bleibt oder ähnlichen, mehr oder minder regelmässigen Schwankungen unterworfen ist wie das

Plankton, ist der Untersucher genöthigt, in regelmässigen Intervallen gesammelte Fänge durchzusehen. Ich schenkte daher in der Zeit vom Juli 1897 bis Juli 1898 der litoralen Krebsfauna besondere Aufmerksamkeit und studirte erst in zweiter Linie die pelagischen Formen, während ich in der Folgezeit erst (Juli 1898 bis August 1899) den jahreszeitlichen Wechsel des Planktons mit Hülfe der modernen, quantitativen Forschungsmethoden eingehender untersuchte.

So gelangte ich zu dem interessanten Schluss, dass sich Plankton und Litoralfauna ablösen und zwar in der Weise, dass im Sommer das Plankton, im Winter die Litoralfauna quantitativ vorherrscht.

Eine Anzahl von litoralen Cladoceren, namentlich die seltenern Formen, scheinen sich zu jeder Zeit in der Individuenzahl gleich zu bleiben, oder aber es sind die offenbar geringfügigen Unterschiede der Beobachtung entgangen; anders ist es bei den gemeinsten der litoralen Cladoceren.

So fand ich z. B.: *Pleuroxus nanus*, eine häufige Erscheinung in der Litoralfauna wie im Plankton, litoral in besonders grossen Mengen am 19./12. 97 im Brückenwasser, am 30./1. 98 im Karpfenwasser; in noch immer bedeutender Anzahl wurde sie am 25./3. 98 im Brückenwasser gefunden; von da ab konnte ich sie in immer abnehmender Menge hauptsächlich im Plankton daselbst bis in den Herbst nachweisen.

P. personatus fand ich dagegen allerdings nur von Mitte März ab bis zum Herbst, in besonders grosser Anzahl im Juni; das mag aber darin seinen Grund haben, dass diese Form offenbar nur an tiefern Stellen lebt, die wir im Winter wegen des Mangels eines Bootes nicht genügend abfischen konnten.

Alona affinis war Mitte März und Anfang Juni besonders häufig und schien im Juni den *Acroperus leucocephalus* zu vertreten, der vom December bis März ein ganz auffallendes Maximum zeigte; schon Mitte April wurde er seltner, Ende April noch mehr, am 18./5. 98 suchte ich ihn vergeblich in der Stratiotesfauna, fing aber am 26./5. ein Exemplar im Auftrieb.

Für *Cyclops albidus* notirte ich ein Maximum im Januar.

Zur Zeit des Sommerminimums des Planktons[1]) im Juli 1898 konnte ich bereits wieder eine Vermehrung der Stratiotes-Crustaceenwelt constatiren.

---

1) Siehe darüber später (S. 43).

Die angeführten Fälle sind nur die auffallendsten; bei Anwendung einer genauern Statistik wird die Zahl jener Thierformen leicht vermehrt werden können.

Wir haben also ermittelt, dass im Allgemeinen 1) die Litoralfauna im Winter, das Plankton im Sommer sein Entwicklungsmaximum erreicht; 2) dass, ähnlich wie im Süsswasser- und Meeresplankton[1]), gewisse dominirende Arten sich vertreten.

Die Ursache dieses Rhythmus in der Entwicklung der Litoralfauna anzugeben, ist heute noch schwer. Wissen wir doch noch kaum Sicheres über die Ursachen, die den Curvenverlauf des weit besser erforschten Planktons bedingen.

Zunächst dachte man an eine directe Beeinflussung der Planktonproduction durch die Licht und Wärme spendende Sonne. Das ist im Allgemeinen ebenso richtig wie selbstverständlich. Im Besondern aber finden wir, dass die Planktoncurve nicht so verläuft wie die Temperatur- und Lichtintensitätscurve. Es wurden ja vielfach neben dem Winter- auch ein (oder mehrere) Sommerminima der Planktonproduction beobachtet. Was speciell die Krebse anlangt, so brachte man ihre Production direct in causalen Zusammenhang mit der Production des Phytoplanktons. In letzter Linie müssen wir wohl die Mengen der vorhandenen Fäulnissbacterien und damit die chemische Zusammersetzung des Wassers für die jeweilige Organismenmenge verantwortlich machen (s. Brandt, 1899).

Was nun die litorale Fauna anlangt, so wären folgende Denkmöglichkeiten zu erwägen: Die Hauptnahrung der litoralen Crustaceen besteht im Brückenwasser und seinen Nebenarmen, wie schon erwähnt, aus Diatomeen; nun wissen wir, dass die marinen Diatomeen in der Nord- und Ostsee ebenso wie nach unsern bisherigen Beobachtungen im Triester Golf in der kühlern Jahreszeit ihr Productionsmaximum erreichen; bei den Süsswasser-Diatomeen dürfte das ähnlich sein; für die pelagischen Formen giebt Apstein (1896) ein Maximum im October an.

So könnten wir in der reichern Entfaltung der Mikroflora der Stratiotesrasen eine der Ursachen erblicken, die die Production der litoralen Mikrofauna begünstigt. Es wäre weiter noch in Erwägung zu ziehen, dass bekanntlich unter sonst gleichen Verhältnissen seichte Wasser oder Uferpartien organismenreicher sind als tiefe; nun kommen aber grosse Strecken von Stratiotesrasen, die gerade von mir abge-

---

1) Im Golf von Triest z. B. *Actinometra* und *Sticholonche.*

fischt wurden, im Winter wegen des normal tiefen Wasserstandes knapp unter den Wasserspiegel, während die Wassermasse, die bei den Hochwässern im Frühjahr und auch im Sommer bis in den Herbst über ihnen fluthet, viel mächtiger ist, was kaum einer reichern Organismenproduction günstig sein dürfte. Im Winter erhält die litorale Fauna vielleicht noch einen nicht unbeträchtlichen Zuwachs durch die Thierwelt des freien Wassers, die hier in den Stratiotesrasen Schutz und in den Diatomeen-Colonien einen Ersatz für die verödete, pelagische Grünalgenflora als Nahrungsquelle findet.

Auch die Fische, namentlich kleinere Formen, benutzen zur Winterzeit die Litoralzone als Weideplatz und mögen so zuweilen nicht wenig zur Decimirung der Kleinthierfauna beitragen. Eine weitere Ursache der Verringerung der litoralen Fauna während der wärmern Jahreszeit mag auch das Sickerwasser aus dem Strom sein, das neben Sand- und Schlammtheilchen auch die Bewohner des Grundes und der Stratiotesrasen empor an die Oberfläche wirbelt, so dass, wie schon erwähnt, zu gewissen Zeiten im Frühjahr im Auftrieb mehr litorale Cladoceren gefunden werden als am Grunde selbst; ein Theil dieser litoralen Cladoceren, neben *Pleuroxus nanus*, *Chydorus sphaericus* auch *Alona*-Arten etc., hält sich als Tychoplankton den ganzen Sommer über im freien Wasser auf.

Die Thatsache endlich, dass sich gewisse Arten der Litoralfauna wie der pelagischen (*Alona affinis* und *Acoperus leucocephalus* einerseits, die beiden *Bosmina*-Arten in unsern Alpenseen anderseits) gegenseitig ablösen, scheint mir in der Oekonomie des Naturhaushalts begründet zu sein. Das Leben aller Organismen verläuft rhythmisch. Perioden grösster Lebensentfaltung folgen Perioden der Ruhe; bei der Fülle der Organismen, die in einem Wasserbecken, einem so abgeschlossenen Gebiet, mit einander einen ständigen Existenzkampf zu führen haben und ausserdem noch mit den Eindringlingen, die den gewissermaassen erbberechtigten Bewohnern stets von aussen zugeführt werden, ist es nothwendig, die vorhandenen Lebensbedingungen möglichst auszunützen, und daher viel ökonomischer, wenn gerade bei nahe verwandten Arten mit nahezu gleichen Lebenserfordernissen der Entwicklungsrhythmus nicht gleichzeitig verläuft.

Quantitative Planktonstudien.

Nachdem, wie erwähnt, ein Jahr hindurch die Bodenfauna und nebenbei das Plankton in seiner Zusammensetzung studirt worden war, sollten im folgenden Jahre hauptsächlich quantitative Planktonstudien nach der

neuen statistischen Methode vorgenommen werden. Während diese in Deutschland, der Schweiz, Nordamerika, England und an andern Orten bereits mit Erfolg angewendet worden war, war in dieser Hinsicht in Oesterreich noch fast gar nichts geleistet worden: man steht ihr hier ziemlich interesselos, ja sogar ablehnend gegenüber. Wenn ich hier der Statistik als einem wichtigen Behelf chorologischer Forschung das Wort rede, geschieht es nur deswegen, um kurz die so oft vorgebrachten Vorwürfe und ihre Erörterung von Seiten der modernen Planktonforscher zu recapituliren.

Man hält die moderne statistische Methode für überflüssig und glaubt, auch ohne sie Fragen der quantitativen Planktonforschung lösen zu können. Wohl kann man sich, wenn man nur überhaupt in Intervallen ausgeführte Fänge durchsieht und vergleicht, ein ungefähres Bild von der Production des betreffenden Gewässers bilden. Aber über die vagen Ausdrücke des „viel“, „mehr“ und „wenig“ wird man so nie hinauskommen. Und selbst wenn der Untersucher sich von dem Reichthum des untersuchten Gewässers eine vage Vorstellung gemacht hat, wie soll er den Umfang seines „viel“ und „wenig“ einem andern begreiflich machen? Aber auch der einzelne Untersucher selbst wird bei der Durchsicht der einzelnen Fänge zu keinem auch nur annähernd richtigen Resultat kommen, wenn dieselben während der ganzen Zeit der Beobachtung nicht in einheitlicher Weise durchgeführt worden sind. Sobald aber mit der Uhr in der Hand gefischt wird, oder die Ruderschläge oder der während des Fischens im Fahrzeug zurückgelegte Weg beachtet werden, treibt der Untersucher bereits eine (allerdings sehr primitive) Statistik, so wie der Anatom, der Histolog etc., der bei einem Object irgend etwas gefunden hat und nun bei mehreren andern „des Vergleiches wegen“ Controluntersuchungen anstellt.

Diese primitive Statistik ist so alt wie die wissenschaftliche Forschung. Die unglückseligen voreiligen Verallgemeinerungen haben den heillosen Wirrwarr in der wissenschaftlichen Systematik verschuldet und den hohen Werth wissenschaftlicher Systematik in Misscredit gebracht. Der Mangel einer annähernd exacten Statistik hat es verschuldet, dass zu Gunsten der Embryologie und vergleichenden Anatomie als Hilfswissenschaften phylogenetischer Forschung, die bis jetzt im Vordergrund standen, viele, durchaus nicht minder wichtige Fragen (Chorologie, Ethologie) als Probleme zweiter Güte behandelt wurden. Es ist Hensen's Verdienst, durch seine Bemühungen, die Methode der Planktonforschung zu verbessern, das Interesse für

chorologische Probleme ganz allgemein angeregt zu haben. Dass Hensen und seine Schüler vielleicht in manchen Punkten speciell von der Zählmethode zu viel erwarteten, mag ja richtig sein; finden wir doch auch sonst, dass man Anfangs von jeder neuen Arbeitsart sich zu viel verspricht; aber man dürfte hier kaum mehr über das Ziel geschossen haben, wie seinerzeit die Anatomen und Histologen mit ihren Schnittserien. So gewiss man hier nicht alles aus vollständigen, bunt gefärbten Schnittserien ersehen kann, so gewiss sind auch ausführliche Zählprotocolle nicht das Um und Auf der Planktonforschung. Wie aber dort die Wissenschaft aus der verbesserten Technik grossen Nutzen zog, so wird es auch hier sein, und ich sehe nicht ein, warum gerade in der Planktonforschung sich die Methode in der angeführten Weise nicht vervollkommnen dürfe. Das Schlagwort „Titanenarbeit“, das E. Haeckel einmal gebrauchte, kann nur jene beeinflussen, die selbst nie gezählt haben. Ich selbst arbeitete unter ziemlich ungünstigen Verhältnissen und mit unzureichenden Mitteln. Für das Durchzählen der quantitativen Fänge blieben mir nur die Winterabende und der heisse Triester Sommer 1899 übrig, und doch finde ich die „Titanenarbeit“ des Zählens zum Mindesten nicht ermüdender als das Anfertigen von schwierigen Schnittserien und jedenfalls weit interessanter als die unterschiedlichen Diurnistenarbeiten, die heute noch an so vielen Instituten ausschliesslich vom wissenschaftlichen Personal erledigt werden müssen. Wenn man heute schon an besser dotirten Anstalten Präparatoren und Zeichner anstellt, warum sollten nicht auch die Zählungen von ähnlichen verlässlichen Personen unter wissenschaftlicher Leitung vorgenommen werden können?

Ausserdem wird ja gewiss die Methodik der quantitativen Forschung nicht nur mit der Zeit immer exacter, sondern auch in vieler Hinsicht vereinfacht werden, namentlich dann, wenn das Princip der Arbeitstheilung bei umfassenderen Arbeiten (und mit solchen haben wir es ja doch meistens zu thun) mehr als bisher durchgeführt sein wird.

Was meine eigenen Untersuchungen anlangt, so können die gefundenen Zahlen, da mir nur ein viel zu kleines Netz zur Verfügung stand, wohl unter einander, aber nur mit Vorsicht als absolute Maasse mit Ergebnissen anderer Untersucher an andern Localitäten in Vergleich gezogen werden; jedenfalls sind alle Zahlen eher zu klein als zu gross. Um diesen Fehler und eventuelle Ungleichmässigkeiten in der Vertheilung der Organismen thunlichst auszugleichen, wurden bei jedem Fang 10, seltner 5 Verticalzüge gemacht und das Resultat dann auf einen Verticalzug durch entsprechende Division umgerechnet.

Ich muss ausdrücklich bemerken, dass mich, trotz der unzureichenden Apparate, die Ergebnisse der quantitativen Untersuchungen, insbesondere die Zählungen, geradezu überraschten, und glaube das nur durch eine verhältnissmässig sehr gleichmässige Vertheilung der Organismen im Brückenwasser erklären zu können.

Das Rohvolumen des Planktons im Brücken- und Karpfenwasser.

Zur Feststellung der allgemeinen Planktonproduction eines Gewässers stehen uns gegenwärtig folgende Methoden zur Verfügung:

1. Wägungen einer bestimmten Menge Plankton:
   a) im frischen Zustand,
   b) im getrockneten Zustand;
2. chemische Analyse;
3. Volumenbestimmung:
   a) Rohvolumenmethode nach Schütt-Walter,
   b) Methode durch Verdrängung (dichtes Volumen, Schütt).

Wägungen waren bei der geringen Productivität der Gewässer von vorn herein ausgeschlossen.

Eine chemische Analyse des gemessenen und durchgezählten Planktons, wie es durch Brandt (1899) geschehen ist, hätte gewiss schöne Resultate ergeben. Leider blieben, wie schon erwähnt, meine Bemühungen, Wiener Chemiker für diese Sache zu interessiren, erfolglos.

So blieb nur die „Rohvolumenmessung“ übrig, da die Methode durch Verdrängung ebenfalls grössere Planktonmengen erfordert.

Es wurden also nach dem Vorschlag Walter's (1899 und frühere Arbeiten) aus einer mittlern Tiefe von 3 m in der Mitte des Gewässers oder vom Ufer aus, wie es die Umstände erforderten, je 10 Fänge ausgeführt; der in ein kleines Fläschchen abfiltrirte Fang wurde in Formol oder in dem Pfeiffer'schen Gemisch (Formol, Methylalkohol, Holzessig) conservirt und hierauf in einen kleinen Messcylinder gethan. Meist konnte man schon nach 24 Stunden das auf den Boden niedergesunkene Planktonvolumen an der Scala des Cylinders ablesen. War der Fang durch aufgewirbelten Sand (bei Wind oder Hochwasser durch Sickerwasser) stark verunreinigt, so wurde die gefundene Zahl entsprechend reducirt.

Im Karpfenwasser, wo uns kein Fahrzeug zur Verfügung stand, wurde regelmässig von der Böschung des zugeschütteten Theiles aus im Süden, also an der tiefsten Stelle, gefischt.

Hier konnte schon während der qualitativen Untersuchungen in den Jahren 1897 und 1898 ein Maximum am 8./12. 97 constatirt werden, in Folge der colossalen Entwicklung der Rotatorienfauna, und das dürfte in normalen Jahren stets der Fall sein. Die folgenden Jahre waren für die Untersuchungen in so fern ungünstig, als die Winter sich durch abnorme Milde, die Sommer durch grosse Niederschläge auszeichneten.

Im Jahre 1898 wurde im Karpfenwasser das Maximum im August, im Jahre 1899 ein starkes Maximum im Mai beobachtet; beide Maxima hängen wieder mit der Vermehrung der Rotatorien zusammen.



Fig. C.

Nach unsern Berechnungen dürfte das Karpfenwasser zur Zeit des Maximums 6000 cm³ Plankton enthalten, im Minimum kaum 150 cm³; das sind gewiss nicht hohe Zahlen, doch im Brückenwasser sind die Verhältnisse noch ungünstiger. Den ganzen Winter hindurch ist hier constant das Planktonvolumen unmessbar gering; mitunter wurde bei unsern Verticalfängen überhaupt fast nichts Lebendes gefangen; wir können geradezu sagen, dem Brückenwasser fehlt ein Winterplankton. Der Beginn des „Wasserfrühlings" lässt sich daher bis fast auf den Tag genau feststellen, und schon makroskopisch kann man den ersten reinen Planktonfang im Frühjahr constatiren. Er fiel im Jahre 1898 auf den 18. Mai; nachdem wir im April fast nur Nauplien gefangen hatten und nur *Dinobryon* etwas zunahm, hatte der Auftrieb an diesem Tage das Aussehen weisser Flocken.

Von seinem Fang, den Herr Brunnthaler ein Jahr später, genau wieder am 18. Mai ausführte, schrieb er mir nach Triest: „Brückenwasser noch sehr arm, fast keine *Clathrocystis*, vereinzelt *Dreyssena*, Wasserstand sehr hoch.“ Erst Ende Mai sehen wir die Curve etwas steigen, sie fällt aber sofort wieder im Juni, um erst Ende dieses Monats constant zu steigen und am Anfang des August ihr Maximum zu erreichen; wie im Karpfenwasser durch das massenhafte Auftreten der Rotatorien ist es hier ausschliesslich durch das starke Ueberhandnehmen der *Clathrocystis*-Colonien bedingt. Die letzten heissen Augusttage verursachen einen gewöhnlich rapiden Abfall der Curve, die von nun ab während des Winters knapp über der Abscisse verläuft.

Zur Zeit des Maximums dürfte das gesammte „alte Donaubett“ mit Ausschluss des Karpfenwassers bis 31 500 cm^3 Plankton enthalten. Dazu ist aber zu bemerken, dass einige seichtere Stellen desselben, z. B. das Magenscheinwasser, ungleich planktonreicher sind; in letzterm notirte ich am 19./8. fast 11 cm^3 Plankton. Sonderbarer Weise gehört aber das Magenscheinwasser, obwohl es während eines Theiles des Jahres durch einen engen Canal mit dem Chroococcaceen-See in Verbindung steht, biologisch nicht zu diesem, sondern eher zu dem durch den Strassenbau in den 70er Jahren von ihm abgetrennten Karpfenwasser.

Die jährliche Vertheilung einiger Planktonorganismen des Brückenwassers.

Nauplien.

Zu Beginn unserer quantitativen Studien, im Juni 1898, treffen wir sie in grossen Mengen an — in 1 m^3 über 15000 Individuen; schon im nächsten Monat sinkt ihre Zahl bedeutend, um erst im August ein zweites, das Herbstmaximum zu erreichen; von da ab steter Rückgang bis in den October hinein, und den Winter über fischen wir sie nur ab und zu, immer nur in wenigen Exemplaren. Erst Ende Mai 1900 beginnt die Curve wieder constant zu steigen, im Juli wird wieder das erste Maximum erreicht, dem im nächsten Monat wieder ein Abfall und erst Ende August neuerliches Steigen der Curve folgt. Nach meinen Aufzeichnungen begann die Entwicklungsperiode der Nauplien im Jahre 1898 schon Ende März (am 25.) und ich konnte eine bedeutende Individuenzunahme bis zum Mai und Juni constatiren, während im folgenden Jahre im März, ja noch Anfang Mai (11. und 18. 99.) noch kaum ein Steigen der Curve zu bemerken

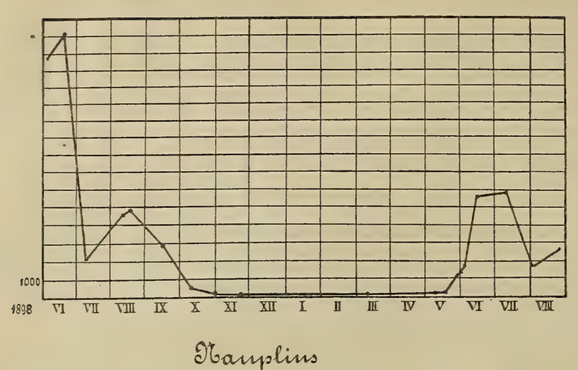


Fig. D.

ist. Im Zusammenhang damit fällt das Sommerminimum im ersten Jahr in den Juli, im zweiten in den Anfang August.

Diese Entwicklungsverzögerung war, wie aus den folgenden Curven zu ersehen ist, während des Jahres 1899 bei allen Planktonorganismen zu beobachten.

Cyclops.

Die Curve zeigt mit der ersten grosse Uebereinstimmung: ein Maximum im Juni 1898, ein Sommerminimum im Juli, darauf ein zweites Steigen der Curve im August[1]) mit stetem Abfall bis in den Spätherbst. Im kommenden Frühjahr wird das Minimum später erreicht als von *Nauplius*. Die Verzögerung in der Entwicklung in diesem Jahre kommt auch in dieser Curve deutlich zum Ausdruck; im Frühjahr 1898 fand ich schon am 3./4. *Cyclops* in grossen Mengen.

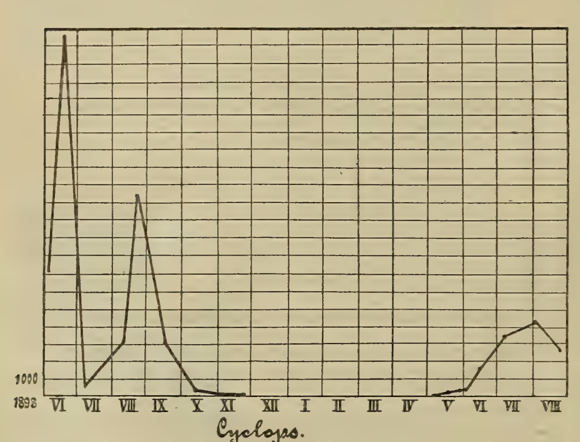


Fig. E.

Bei den Zählungen war auch auf die Cyclopidstadien und die Geschlechter Rücksicht genommen worden. Die Cyclopidstadien

1) In der vorläufigen Mittheilung im Biol. Centralbl., V. 20, No. 1, ist die Curve nicht ganz richtig gezeichnet.

herrschten zu jeder Zeit quantitativ vor. Im Allgemeinen blieben die Männchen nur um Weniges den Weibchen nach (3989 Männchen gegen 4365 Weibchen). Im Besondern wurde constatirt: Mehr Männchen als Weibchen im Juni 1898, und zwar nimmt in diesem Monat mit dem Aufsteigen der Frühjahrscurve die Zahl der Männchen um das 10fache, die der Weibchen nur um das 3fache zu. Hierauf nimmt die Zahl der Männchen bedeutend ab, um bei Beginn des zweiten Maximums (13./8. 98) auf gleicher Höhe mit der Zahl der Weibchen zu stehen.

Sonderbarer Weise behalten beim Herbstmaximum die Weibchen numerisch die Oberhand. Im Winter finden wir hierauf im Plankton vorwiegend Weibchen ohne Eiersäcke und Cyclopidstadien. Im Mai 1899 notirte ich wieder die ersten Weibchen mit Eiersäcken, erst im Juni treten Männchen im freien Wasser auf, die in der Folgezeit, wenn auch nur um Weniges, den Weibchen an Zahl überlegen sind. Schon in den ersten Tagen des August haben die Weibchen wieder die Oberhand, und mit dem Abfall des Frühjahrsmaximums finden wir die Weibchen um fast das 6fache den Männchen überlegen.

Diaptomus gracilis.

Ein Vergleich der Curve des *Diaptomus gracilis* mit der vorhergehenden zeigt wieder grosse Uebereinstimmungen; auffallend ist die bedeutendere Entwicklung im August: die Frühjahrsmaxima bleiben gegen dieses Herbstmaximum zurück.

In Bezug auf die Mengenverhältnisse der Männchen, Weibchen und Jungen dürfte diese Form mit der vorgehenden übereinstimmen. Die verhältnissmässig geringe Zahl, in der *Diaptomus* überhaupt in unsern Gewässern vorkommt, macht es aber unmöglich, in dieser Beziehung näher auf die Resultate der Zählungen einzugehen.

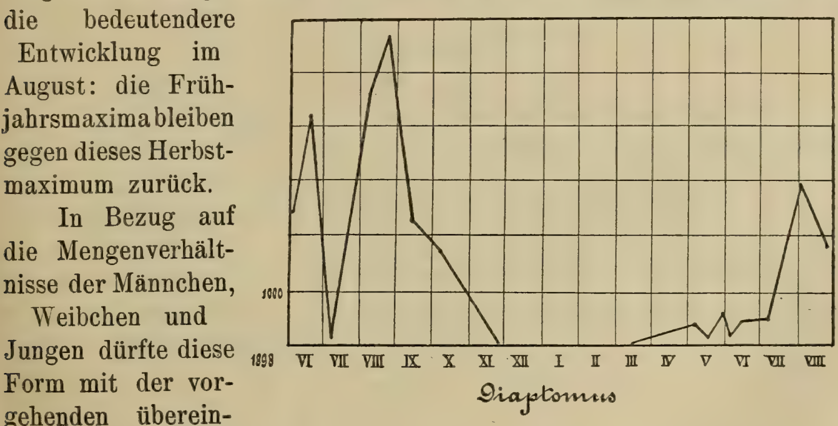


Fig. F.

Die Verzögerung, die die Planktonthiere im Jahre 1899 in ihrer Entwicklung erlitten, ist ganz besonders schön aus der Curve dieses Copepoden zu ersehen.

Bosmina longirostris-cornuta.

An dem Curvenverlauf dieser einzigen Cladocere, die in unserm Untersuchungsgebiet überhaupt als wichtiger Planktoncomponent eine Rolle spielt, muss uns vor allem das rapide Aufsteigen und Abfallen zur Zeit der beiden Maxima auffallen. Weiter sehen wir, dass hier das Frühjahrsmaximum 1899 wohl geringer ist als im Vorjahr, aber in der Zeit mit dem von 1898 zusammenfällt; dagegen sehen wir im August die Curve zu einer Zeit erst etwas ansteigen, wo im Vorjahr längt das Herbstmaximum erreicht war.

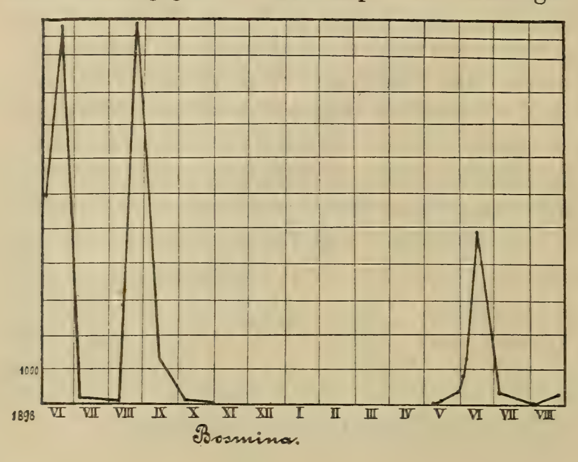


Fig. G.

Dreyssena-Larven.

Aehnlich wie bei *Bosmina* finden wir auch bei der *Dreyssena*-Larve einen sehr raschen Aufstieg und Abfall der Curve; es scheint auch wie bei der vorhergehenden Form die Entwicklung im zweiten Jahre nicht verzögert worden zu sein. Ich notirte im Jahre 1898 das erste Auftreten am 18. Mai, den Höhepunkt der Entwicklung Ende dieses Monats (26./5.)

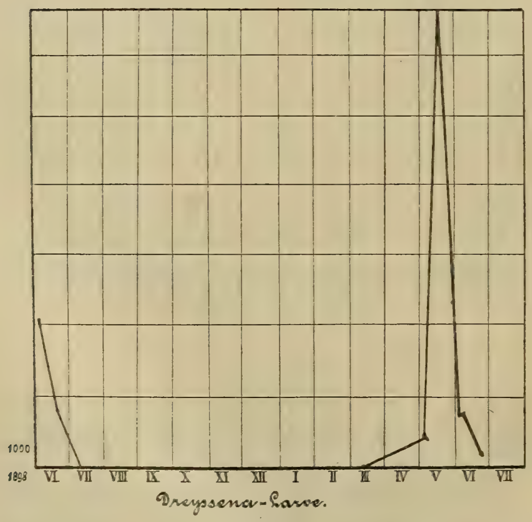


Fig. H.

Auffallend ist, dass die *Dreyssena*-Larve in unserm Gebiet jährlich nur einmal schwärmt; wir kommen später noch auf diesen Punkt zu sprechen.

Rotatorien.

Die Räderthiere, ein äusserst wichtiger Bestandtheil des Planktons unserer Gebiete, konnten bei den Zählungen nicht übergangen werden. Wenn auch hauptsächlich die Crustaceen studirt wurden und die Rotatorien nur im Allgemeinen, ohne Rücksichtnahme auf die einzelnen Gattungen und Arten, abgeschätzt wurden, glaube ich doch, durch die nebenstehende Curve einen allgemeinen Ueberblick auch über diese Gruppe geben zu können.

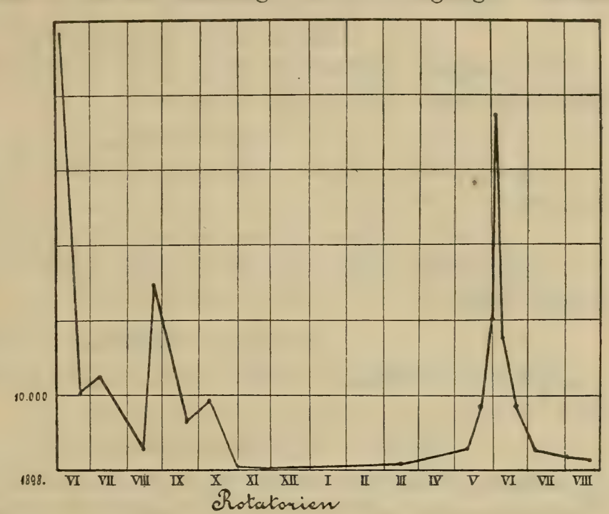


Fig. J.

Wieder sehen wir ein Frühjahrsmaximum im Juni; das Sommerminimum tritt, später als bei einigen Krebsen, Anfang August ein; noch in diesem Monat steigt die Curve zum Herbstmaximum, um Ende October das Winterminimum zu erreichen.

Schon im März des folgenden Jahres beginnt die Curve wieder steil aufzusteigen, das Maximum fällt auf den 3. Juni, worauf wieder sehr regelmässig der Abfall erfolgt; das Herbstmaximum dürfte (ziemlich verspätet) im September erreicht werden.

Im Anhang möchte ich noch einiger Planktonformen Erwähnung thun, die entweder nur in sehr geringer Menge auftraten oder wegen ihrer Kleinheit oder aus einem andern Grunde mit meinen sehr bescheidenen Hülfsmitteln nicht genauer in ihrer jährlichen Entwicklung zu beobachten waren.

Von Copepoden wurden noch pelagisch gefunden:

Ergasilus sieboldi.

Im Juni, August, October 1898, Mai und Juli 1899; in grösserer Menge (ca. 100 juv.) am 19./8. 98.

Leptodora hyalina.

Im Juli, August, September 1897, Juni, August 1898, Juli, August 1899, in diesem Monat als Maximum in ca. 50 Exemplaren.

Diaphanosoma brachyurum.

Im August, September 1897, Juni, August 1898, Juli, August 1899 (Maximum 2./8. 99, 55 Individuen).

Ceriodaphnia.

August 1897, August, September 1898, Juli 1899 (Maximum: 9./7. 99).

Alona affinis, falcata und andere.

August 1897, Mai, September, October 1898, März, Mai, Juni, August 1899.

Chydorus sphaericus.

Besonders häufig im März, April, Mai, Juni 1898, ferner im März, Juni 1899.

Pleuroxus nanus.

August 1897, sehr häufig im März bis Mai 1898, Mai, Juni 1899; *Pleuroxus nanus* war zuweilen noch häufiger im Plankton als *Chydorus.*

Sida crystallina.

September 1897, Juni 1899.

Ceratium hirundinella.

Die Kleinheit der Form erschwerte wesentlich genauere Zählungen,

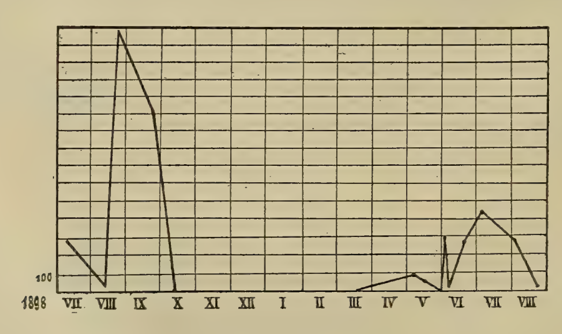


Fig. K.

auch scheint mein Netz für sie zu grossmaschig gewesen zu sein. Aus ähnlichen Gründen musste auch die Zählung der

Clathrocystis aeruginosa

unterbleiben. Da sie aber in sehr grossen Massen auftrat, konnte doch annähernd das Maximum der Entwicklung festgestellt werden.

Wir fanden diese Form in grossen Mengen im Juli 1897; in den folgenden Monaten scheint sie zurückgegangen zu sein. Im Jahre 1898 notirte ich die ersten Colonien am 20. Februar.

Sobald die Nauplien im Frühjahr in grösserer Menge an der Oberfläche erscheinen, tritt auch sie in grösserer Zahl auf. Ein Sommerminimum konnte, vielleicht eben weil nicht gezählt wurde (wieder ein Beweis für die Nothwendigkeit der Zählmethode!) nicht sicher festgestellt werden. Ihr Maximum erreichte *Clathrocystis* sehr spät, ungefähr am 13./8. 98. Die ganz bedeutende Steigerung der Rohvolumencurve des folgenden Jahres wurde lediglich durch das massenhafte Auftreten dieser Alge bedingt. Ende August sehen wir ihre Zahl bereits bedeutend reducirt.

Fragen wir nun, in welcher Weise sich die einzelnen Organismen an der Planktonproduction in unserm Gebiet betheiligen.

Clathrocystis nimmt sowohl nach dem Volumen wie nach der Individuenzahl in dieser Hinsicht die erste Stelle ein. Die Betheiligung des Zooplanktons ist in der nebenstehenden graphischen Darstellung zur Anschauung gebracht. Nach den ausgezählten Fängen finden wir im Maximum in 1 m³ Wasser 58 000 Rotatorien, 47 000 Krebse und 27 000 *Dreyssena*-Larven. Unter den Krebsen im Besondern stehen die Cyclopiden mit 20 600 Individuen an der Spitze; es folgen



Fig. L.

dann die Nauplien mit 15200, die Bosminen mit 10800 und *Diaptomus* mit 420 Individuen. Die Zahl der übrigen Crustaceen ist im Verhältniss zu diesen minimal und kommt für die Productionskraft des Gebiets fast nicht in Betracht.

Zusammenfassung.

(Das Planktonleben im Brückenwasser im Laufe eines Jahres.)

Versuchen wir nun nach den im Vorstehenden gegebenen Einzelbeobachtungen in grossen Zügen ein Bild des Lebens in unserm Untersuchungsgebiet im Laufe eines Jahres zu geben.

Winter: Das Wasser ist von einer Eisschicht bedeckt, nur in den langen, eisfreien „Rinnen" ist es möglich, Verticalfänge auszuführen. Im freien Wasser fehlen Planktonformen fast vollständig, es ist vollkommen klar und durchsichtig, bei schönem Wetter von rein blauer Färbung; nur am Grunde und noch mehr an den seichten, von Stratiotes bewachsenen Uferstellen können wir reicheres Thierleben beobachten; Sonnenschein oder Wind bringen dort reine Planktonformen zuweilen an die Oberfläche: wenige *Bosmina*, *Diaptomus* und Rotatorien. Andauernd stürmisches Wetter bedingt Trübung des Wassers und führt Schlamm und Grundformen nach aufwärts. Linceiden und Wassermilben kommen ins Netz. Am 20./2. 98, an einem schönen, sonnigen Tage, traten die ersten zierlichen, grünen *Clathrocystis*-Kränzchen auf, die seit November des vorigen Jahres verschwunden waren. Am 13./3., wo wir wieder vom Kahn aus fischen konnten, war an der Oberfläche und in der Tiefe ausser einigen *Clathrocystis* nichts zu finden. Am 25./3. begann das Wasser zu steigen und wurde trüb. Bei heftigem Wellenschlag fischen wir an der Oberfläche sehr viele Nauplien, daneben *Pleuroxus* in grosser Menge und *Clathrocystis*, die an Zahl zunimmt, ferner wenige *Bosmina* und *Cyclops*; der Rest ist aufgewirbelter Schlamm. Die Grundprobe erweist sich als sehr organismenarm.

Am 3. April fischen wir bei trübem, stürmischem Wetter und hohem Wellengang neben Schlamm und vielen Nauplien zahlreiche Cyclopidstadien; auch *Diaptomus gracilis* ist von nun an regelmässig anzutreffen, und zwar sind vorläufig an der Oberfläche fast ausschliesslich junge Thiere. Dazu kommen noch an der Oberfläche Bosminen und oben und in der Tiefe *Pleuroxus* und *Chydorus*. Ende April das gleiche Bild; immer noch ist der Auftrieb durch Schlamm in Folge des Sickerwassers aus dem Strom stark verunreinigt. In 1 m Tiefe finden wir die erste junge Daphnide.

Anfang Mai nimmt *Dinobryon* an Zahl zu, *Clathrocystis* nicht merklich, und erst Mitte Mai (18.) konnten wir den ersten rein pelagischen Fang notiren: er ist vollkommen schlammfrei, die ersten *Dreyssena*-Larven treten auf, Rotatorien, Bosminen, Nauplien, Cyclopidstadien nehmen überhand; dabei ist das Wasser klar und durchsichtig; so lässt sich der Beginn des „Wasserfrühlings" nach dem Plankton fast auf den Tag genau feststellen.

Ende Mai finden wir in einem Fang knapp unter der Oberfläche die zweite Daphnide, daneben aber auch noch einige Grundformen (*Acroperus leucocephalus*, *Chydorus sphaericus*, *Pleuroxus nanus*). *Clathrocystis*, *Dinobryon*, *Dreyssena*-Larven, *Bosmina*, Nauplien, Cyclopidstadien nehmen zu, in der Tiefe (2 m) treffen wir reife *Cyclops* und *Diaptomus* an, die an der Oberfläche fehlen.

Im Stratiotesrasen in $2^1/_2$ m Tiefe, dessen Fauna im Uebrigen viel ärmer ist als im Winter, finden wir neben *Cyclops* und *Diaptomus* die ersten *Leptodora*.

Anfang Juni (2.) nimmt *Dinobryon* ab, *Clathrocystis*, die nur an der Oberfläche flottirt, nimmt zu, *Dreyssena*-Larven nehmen (wenigstens an der Oberfläche) an Zahl ab. Die tiefern Schichten werden wieder fast ausschliesslich von *Diaptomus* und reifen *Cyclops* bevölkert. Die Crustaceen haben ihr Frühjahrsmaximum erreicht. In der oberflächlichsten Schicht (1 dm) sind ausser 2 Leptodoren fast nur *Clathrocystis* und Bosminen zu finden; Nauplien, Cyclopidstadien von *Cyclops* und junge *Diaptomus* sowie *Dreyssena*-Larven steigen in die kühlern Tiefen. Am 28. Juni bemerken wir einen bedeutenden Rückgang der Planktonproduction. Die Nauplien nehmen an Zahl bedeutend ab, ebenso die Cyclopidstadien und Rotatorien (*Synchaeta*). Die Schwärmperiode der *Dreyssena* ist beendet. Nur die Bosminen halten sich noch kurze Zeit auf der Höhe und *Clathrocystis* nimmt noch immer zu. Auch die Fauna der nahen Pratertümpel rüstet sich zur Sommerruhe: in ihnen fehlen Asplanchnen, Daphnien, die dort etwas zahlreicher vorkommen als in unserm Untersuchungsgebiet, werden seltner, nur an Copepoden ist kein Rückgang zu bemerken.

Im Juli ist das Sommerminimum der Crustaceen erreicht; und ähnlich wie beim Winterminimum, scheint sich wiederum an den Stratiotesrasen reicheres Leben, wenn auch nur für kurze Zeit, zu entfalten.

Im August finden wir das Wasser von den zahlreichen *Clathrocystis*-Colonien, die schon mit freiem Auge als feiner Staub zu be-

merken sind, tief grün gefärbt. Die Rotatorien erreichen jetzt erst, in der ersten Hälfte des Monats, ihr Entwicklungsminimum, *Bosmina* bleibt noch spärlich, Nauplien und *Cyclops* nehmen an Zahl wieder zu, ebenso *Diaptomus* in ganz bedeutendem Maasse.

In die zweite Hälfte des August fällt das Herbstmaximum. Neben den gewöhnlichen Planktonkrebsen treten jetzt, vereinzelt auch schon früher, in unserm Gebiet sonst seltnere Formen verhältnissmässig häufig auf: *Diaphanosoma brachyurum*, *Sida crystallina*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Leptodora hyalina*. Ich habe solche planktonische Nachzügler schon im Herbst 1897 und auch in den beiden folgenden Jahren beobachtet.

Im September ist der Rückgang des Zooplanktons ein allgemeiner; *Clathrocystis* hat derart überhandgenommen, dass sie alle übrigen Organismen fast erstickt; aber die letzten heissen Tage des in Wien wegen seiner Schönheit bekannten Spätherbstes gereichen ihr zum Verderben. Die grünen Algenflächen, die als „Wasserblüthe“ den Wasserspiegel bedeckten, beginnen zu faulen, weithin verbreiten sie einen üblen Geruch, und ihre Zahl geht rapid zurück. Die letzten Reste sind im November noch nachzuweisen.

Ende September verschwindet ziemlich rasch *Ceratium*, Bosminen, *Cyclops* und Nauplien folgen nach und sind Ende October nur noch sehr spärlich, auch die Zahl der Diaptomiden geht stark zurück, und schliesslich werden auch die Rotatorienmassen decimirt. Im November (bezw. Anfang December) endlich verschwinden die letzten *Clathrocystis* und *Dinobryon*, das Wasser ist fast azoisch und klar. Dichter Herbstnebel senkt sich nieder. Es folgen Tage lange Regengüsse. Heftige Winde rühren den Grundschlamm empor und trüben das Wasser. Den herbstlichen Hochwassern folgt im Winter ein niedriger Wasserstand, die Stratiotesrasen erscheinen knapp unter dem Wasserspiegel: sie beherbergen nicht nur eine reiche Grundfauna, sondern sind auch mit ihrer üppigen Diatomeenflora ein Refugium für Planktonkrebse und damit auch ein ergiebiges Jagdrevier der Jungfische.

Im folgenden Jahre wiederholten sich die hier kurz skizzirten Entwicklungsphasen der Planktonorganismen in ähnlicher, aber durchaus nicht vollkommen gleicher Weise.

Wie die terrestrische Fauna ist auch die Wasserfauna und -flora von klimatischen Einflüssen ungemein abhängig und zwar die eine Form mehr, die andere weniger; im Allgemeinen hat es sich gezeigt, dass der milde Winter 1898—99 die Entwicklung der Planktonorga-

nismen wesentlich verzögerte, was aus den Curven deutlich zu ersehen ist [1]).

Bei den Rotatorien war das Frühjahrsmaximum 1899 geringer als im Vorjahre, aber ungefähr zu derselben Zeit, dagegen erfuhr das Herbstmaximum eine Verzögerung; dasselbe gilt für Bosminen und theilweis auch für Nauplien. Die Cyclopiden hatten ein bedeutend späteres Frühjahrsmaximum als im Vorjahr, während *Dreyssena* wie im Vorjahr Ende Juni ihre Schwärmzeit beendet hatte.

Die Productivität der untersuchten Gewässer in Bezug auf ihren Nährwerth für die Fischfauna und im Vergleich zu andern untersuchten Süsswässern.

Nach den Untersuchungen E. Walter's können wir den Satz aufstellen, dass ganz allgemein die Menge des vorhandenen thierischen Planktons direct proportional ist der Menge der in dem Teiche überhaupt vorhandenen Fischnahrung. Die Gesammtproduction an thierischem Plankton steht somit in geradem Verhältniss zum Zuwachs der Fische, d. h. je mehr Plankton, desto grösser der Zuwachs, je weniger Plankton, desto geringer der Zuwachs.

Wollen wir uns daher von dem Nährwerth eines Gewässers eine Vorstellung machen, dann wird es in den meisten Fällen schon genügen, wenn wir die Menge des Planktons bestimmen, die in einem bestimmten Wasserquantum, z. B. 1 m^3, suspendirt ist.

So fand z. B. Lemmermann (1898) im Waterneverstorfer Binnensee (grösste Tiefe 4 m) in einer 2 m hohen Wassersäule bei 1 m^2 Grundfläche 70 cm^3 Plankton. Zacharias (1896) fand im Plöner See (bei 40 m Tiefe, 1 m^2 Oberfläche) im Maximum (10./8. 95) 862 cm^3 Plankton (nach Apstein 424 cm^3!).

Apstein (1896) fand im Dobersdorfer See gar 3977 cm^8 im Maximum.

Garbini (1895) fand im Gardasee auf 1 m^2 Oberfläche bei 50 m Tiefe 62 cm^3 Plankton.

Fuhrmann (1900) fand im Neuenburger See (40 m Tiefe) 92 cm^3 Plankton.

---

1) Aehnliches wird mir aus dem Plöner Seengebiet mitgetheilt, und auch H. Hartwig beobachtete (nach freundlicher schriftlicher Mittheilung vom 14./5. 98) in diesem Frühjahr eine auffallende Entomostrakenarmuth, die er ebenfalls durch den vergangenen milden Winter erklärt.

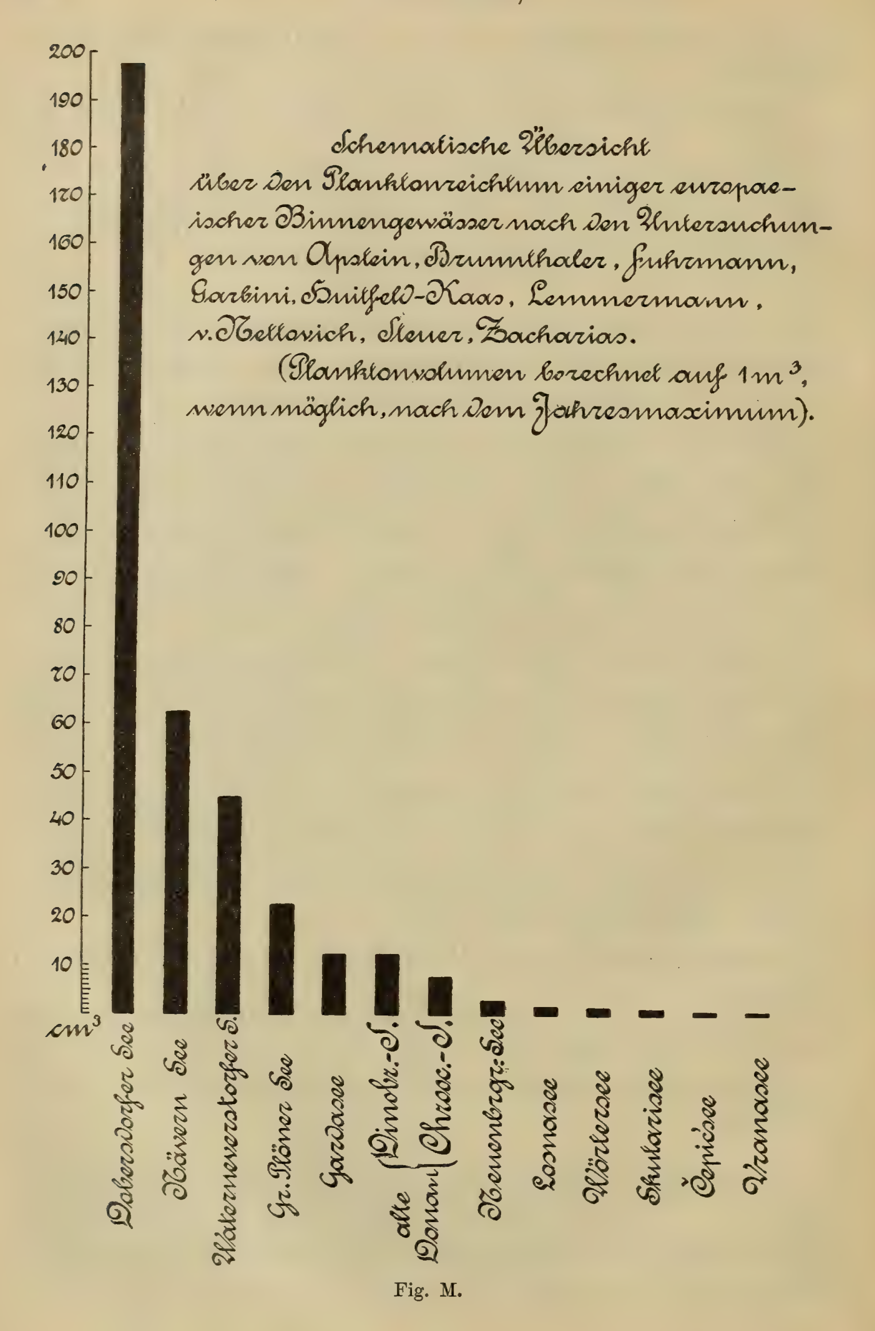

Schematische Übersicht
über den Planktonreichtum einiger europaeischer Binnengewässer nach den Untersuchungen von Apstein, Brunnthaler, Fuhrmann, Garbini, Huitfeld-Kaas, Lemmermann, v. Nettovich, Steuer, Zacharias.
(Planktonvolumen berechnet auf 1 m³, wenn möglich, nach dem Jahresmaximum).
200
190
180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
cm³
Dobersdorfer See
Nävern See
Wakerneverstorfer S.
Gr. Plöner See
Gardasee
alte Donau
Dinobr.-S.
Chrooc.-S.
Neuenbrg.-See
Comosee
Wörthersee
Skutarisee
Čepicsee
Vranasee

Fig. M.

Huitfeld-Kaas (1898) fand in einigen norwegischen Seen: Sognsvandet 240, Sandungen 224, Padderndvandet 184 cm^3 Plankton.

Einen quantitativen Fang aus dem Wörtersee (Kärnthen), verdanke ich meinem Freund Herrn Dr. med. Rom. Puschnig. Die Probe aus 15 m Tiefe enthielt 14,92 cm^3 Plankton. Mein Freund, Herr J. Brunnthaler, fischte am 20./7. 98 im Vrana-See auf der Insel Cherso (Dalmatien); das Rohvolumen betrug per 1 m^2 Oberfläche und 3 m Tiefe: nur 0,65 cm^3 Plankton; wahrscheinlich hatte der Vrana-See um diese Zeit gerade sein Plankton-Sommerminimum, denn ein Fang, den Herrn Custos Dr. L. v. Lorenz-Liburnau im Frühjahr 1888 [1]) ausführte, war wenigstens qualitativ, vermuthlich aber auch quantitativ viel reicher.

Einen weitern quantitativen Fang aus dem Skutari-See verdanke ich Herrn Prof. Dr. L. v. Nettovich (Cattaro). Am 29./9. 99 waren dort unter 1 m^2 Oberfläche bei 3 m Tiefe 3,2 cm^3 Plankton.

Schliesslich fischte ich selbst noch am 17./4. 99 im Čepic-See (Istrien). 1 m^3 Wasser enthielt 0,7 cm^3 Plankton.

Auf Grund dieser Untersuchungen ist die schematische Uebersicht (Fig. M) angefertigt. Obwohl einige der eben mitgetheilten Angaben keinen Anspruch auf vollkommene Richtigkeit machen können, ist doch die Zusammenstellung in vieler Hinsicht lehrreich. Wir sehen, wie verschieden die Planktonproductivität in verschiedenen Gewässern sein kann. Vielleicht wird auf Grund weiterer Untersuchungen die Vermuthung zur Wahrheit, dass, im Allgemeinen wenigstens, nordische Binnengewässer productiver sind als die Süsswässer in südlichen Breiten. Es liessen sich zur Stütze dieser Hypothese aus der Literatur leicht weitere Belege erbringen. Ich erinnere nur daran, dass A. Voeltzkow (1891) ausdrücklich die Armuth der von ihm untersuchten grössern und kleinern Wasseransammlungen von Madagaskar betont [2]), und Krämer sagt in seinem Bericht „Zur Mikrofauna Samoas“ (1897) gelegentlich der Besprechung der Fauna des Lanuto ʻo ausdrücklich: „Zweck dieser Zeilen soll vornehmlich sein,

---

1) In der vorläufigen Mittheilung (in: Biol. Ctrbl., V. 20, No. 1) ist als Datum dieses Fanges der 14. Sept. angegeben. Wie mir die Herren Dr. Adensamer und Lorenz mittheilen, ist dies das Datum der Acquisition für die Sammlung des Wiener Hofmuseums, nicht das Fangdatum.

2) Nur Rotatorien waren häufig; diese sind aber charakteristisch für planktonarme Gewässer.

. . . auf die Armuth und Kleinheit der Süsswasser-Planktonformen in den Tropen aufmerksam zu machen.“

Die geographische Lage ist natürlich nicht allein entscheidend für die Production eines Süsswasserbeckens. Auch die Grösse des Wasserbeckens ist von Bedeutung: im Allgemeinen werden kleinere Becken planktonreicher sein als grössere; unter sonst gleichen oder ähnlichen Verhältnissen sind z. B. in 1 m^3 Tümpelwasser mehr Organismen suspendirt als in einem gleichen Quantum Wasser aus irgend einem grossen See. Mehr aber als die allgemeinen Grössenverhältnisse spielen dabei die Tiefenverhältnisse eine Rolle, d. h. es sind seichte Gewässer reicher als tiefe, und zwar beruht vielleicht diese Abhängigkeit der Planktonmenge von der Tiefe des Wassers nicht zu einem gar so wesentlichen Theil direct auf den verschiedenen Temperaturverhältnissen der Gewässer, wie HUITFELD-KAAS (1898) vermuthet, indem die seichten Gewässer, die schnell erwärmt werden, den ganzen Sommer hindurch eine höhere Temperatur behalten; es dürfte vielmehr die Grund- und Ufer-Flora und damit auch -Fauna, je nachdem sie reich oder arm ist, ausschlaggebend sein für die Planktonproduction des betreffenden Gewässers; WALTER hat ja nachdrücklich auf diesen engen Connex hingewiesen. Ein nicht zu ignorirendes Plus in der Volumenmenge mag auch die grössere Zahl tychopelagischer Formen bedingen, die naturgemäss im Plankton seichterer Gewässer zu finden ist.

Es wird sich weiter eine reichere Planktonfauna in ruhigem Wasser entwickeln als in bewegtem, hervorgerufen durch häufige Stürme oder regelmässig wiederkehrende Winde oder durch starke Strömungen, wie sie durch grosse Zu- und Abflüsse der Seen und Teiche erzeugt werden.

Diese Gesichtspunkte also müssen wir im Auge behalten, wenn wir in unserm speciellen Fall über den Werth der von uns untersuchten Becken urtheilen und das Ergebniss der Untersuchungen erklären wollen.

Indessen dürfen wir nicht nur lediglich aus dem grössern oder geringern Volumen, das sich im Messglas absetzt, auf die Productionskraft schliessen; die Zusammensetzung des Planktons darf nicht unberücksichtigt gelassen werden. E. WALTER (1899) verdanken wir folgende Richtschnur bei diesen Abschätzungen; er sagt:

Teiche von geringer oder sehr schwacher Productivität besitzen einen Gehalt an thierischem Plankton bis zu 5 cm^3 pro m^3,

Teiche von mittlerer Production einen solchen von 5—15 cm³ pro m³,

Teiche von guter und sehr guter Production einen solchen von 15—50 cm³ pro m³.

Für arme Gewässer sind charakteristisch: viel Rotatorien und Cyclopiden, wenig Cladoceren; für reiche Gewässer viel Cladoceren.

In kleinen Dorf- und Fabrikteichen von ausserordentlicher Fruchtbarkeit konnte E. Walter 150, einmal sogar 250 cm³ thierisches Plankton messen, welches allerdings nur für kurze Zeit sich auf dieser Höhe hielt.

Nun haben wir aber gesehen, dass sowohl im Plankton aus dem Čepic- und Vrana-See als auch in dem aus der „alten Donau“ die Mengen der Rotatorien ganz bedeutende waren; durch sie wurden die Copepoden und noch mehr die grössern Cladoceren vollkommen in den Hintergrund gedrängt. Unser Untersuchungsgebiet ist also zu den planktonarmen Gewässern zu zählen.

Nach Apstein (96) sind die Chroococcaceenseen planktonreich, die Dinobryonseen planktonarm, demnach das Wasser in erstern trüb, in letztern klar. Beides trifft bei unsern beiden Gewässern nicht zu, obgleich sie wegen des charakteristischen Vorkommens der beiden Formen *Clathrocystis* und *Dinobryon* die Eintheilung in diese beiden Seenkategorien vollkommen rechtfertigen.

Die Factoren, welche die verhältnissmässige Planktonarmuth verursachten, sind in unserm Fall folgende:

1) Ihr inniger Zusammenhang als „alter Donauarm“ mit der Donau, einem Strom, der bei Wien noch vollkommen Wildbachcharakter besitzt; je reissender die Strömung aber ist, desto geringer ist im Allgemeinen der Planktongehalt des betreffenden fliessenden Gewässers. Auch seit dem Abbau dieses Donauarmes sind die Strömungen und zwar durch Sickerwasser immer noch bedeutend genug, um im Zusammenhang mit den sich fast jährlich wiederholenden Hochwassern das Plankton in seiner Entwicklung nachtheilig zu beeinflussen.

2) Ein nicht unbedeutender Factor sind weiter die häufigen Winde, die das Wasser stark bewegen und den Grund aufrühren.

Die geringe Tiefe des Wassers ist zwar für eine reiche Entwicklung des Planktons äusserst günstig, aber dieser Factor tritt hier im Vergleich zu den andern ungünstigen völlig in den Hintergrund, da ja mässige Tiefe nur in ursächlichem Zusammenhang mit einer reichen Entfaltung der Bodenflora als günstiger Factor in Betracht kommt.

Ein weiterer ungünstiger Factor ist wohl auch die Uebervölkerung der alten Donau mit Fischen. Vor Jahren wurde, wie mir erzählt wird, so viel Fischbrut eingesetzt, dass nach einigen Tagen „alles schwarz“ war, und bald darauf war der ganze Einsatz zu Grunde gegangen. Als nicht praktischer Fischzüchter muss ich die Entscheidung in dieser Frage wohl Andern überlassen; auch fehlen mir die nöthigen genauern statistischen Daten. Seit 1887 hat der österreichische Fischereiverein das alte Donaubett in Pacht und ich verdanke dem genannten Verein bezw. seinem Mitglied, Herrn Official Ferd. Möschel, die auf S. 51 gegebenen Listen über Einsatz und Abfischung in der Zeit von 1887—98. Ich glaube, dass bezüglich des Einsatzes dem entschieden nahrungsarmen Wasser zu viel zugemuthet wurde. Von den eingesetzten 23 779 [1]) Krebsen wurde bis 1898 nach den betreffenden Aufzeichnungen kein einziger mehr gesehen. Ob gerade, wie man annimmt, die vielen Hechte ausschliesslich die Ursache dieses Misserfolges sind, will ich dahingestellt sein lassen. Ich glaube, dass man bei der Besetzung noch immer viel zu wenig vorsichtig zu Werke geht.

Der Ertrag der Fischerei scheint in einigen Jahren, z. B. 1893, namentlich aber 1898 recht ansehnlich gewesen zu sein (1414 bezw. 2788 kg), allein es wäre bei der Menge des Einsatzes und der Nahrungsarmuth interessant, über das Wachsthum der Fische Näheres zu erfahren.

Nach den Untersuchungen der Mikrofauna wäre es vielleicht vortheilhafter, statt des jährlichen Fischeinsatzes durch fachgemässe Düngung oder Fütterung den Fischbestand zu heben. Ob und in wie weit das unter den gegebenen Verhältnissen möglich ist, müssen wir den Praktikern überlassen.

Vergleich der Curven für das Planktonvolumen einiger Seen unter einander.

Wenn wir das Thatsachenmaterial, das uns die quantitative Planktonforschung bisher geliefert, überblicken, sehen wir, dass zwar schon eine Summe von Einzelbeobachtungen vorliegt, dass aber verhältnissmässig selten der Versuch gewagt wird, durch Vergleich der einzelnen Befunde unter einander zu grossen, allgemeinen Gesichtspunkten zu gelangen, was wiederum zum Aufwerfen neuer Fundamental-

1) Herr Johann Schagl spricht sogar in: Verh. 6. österr. Fischereitages 1899, von 100 000 Krebsen!

I. In das abgebaute (alte) Donaubett bei Wien wurden vom österreichischen Fischereiverein seit 1887 (dem 1. Pachtjahr) folgende Fische und Krebse eingesetzt (Stück):

	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	Summa
1—2sömmerige Schille	72	297	18		265	59	101		30		61		903
Schilleier							20 000	30 000	10 000		25 000		85 000
Lachsforelleneier			9000										9 000
1—2sömmerige Hechte						830	1 459				361	1281	3 931
Grössere Hechte (bis 1 kg)	1000	151	132	148	390				117	450		150	2 538
1—2sömmerige Karpfen	150	4166		210	730	18455			2 000		5 000	1006	31 717
Mutterkarpfen	20												20
Brachsen												1200	1 200
Amerikan. Schwarzforellen und Zwergbarsche	22											200	222
Weissfische			3360									8000	11 360
Aale von Triest	500												500
Krebse		2405	5262	4416		1379	1 320	6 131	2 733		133		23 779

II. Im abgebauten (alten) Donaubett bei Wien wurden vom österreichischen Fischereiverein seit 1887 (dem 1. Pachtjahr) mit Netzen abgefischt (kg):

	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	Summa
Hechte von $^1/_2$ kg aufwärts			100				160	46	40	3	15	249	613
Schill							10		2			2	14
Karpfen							4		34			93	131
Schleihe							34		8	2	22	19	85
Brachsen							445	55	36		22	1198	1756
Weissfische							761	180	115	216	692	1187	3151
Aale											30	36	66
Schwarzbarsche												4	4

Anmerkung: Unter „Weissfische“ sind verstanden: Barben, Altel, Nerfling, Nasen, Rothfedern, Rothaugen, Grundeln, Lauben.

fragen führen könnte; die Planktonforschung befindet sich gegenwärtig in einem Entwicklungsstadium, das eben jede junge Wissenschaft durchzumachen hat, und wenn sie sich gedeihlich weiter entwickeln soll, ist ein einheitliches, zielbewusstes Arbeiten vieler Forscher an ganz verschiedenen Punkten eines grossen Untersuchungsgebiets zur Lösung bestimmter, genau formulirter Fragen nothwendig. Wir sind leider diesbezüglich bis heute über Anregungen und die ersten schüchternen Versuche in dieser Richtung noch nicht hinausgekommen.

Untersuchen wir nun den Curvenverlauf für die Planktonvolumina in verschiedenen Binnengewässern bezüglich des Eintritts der Maxima.

In den norwegischen Seen fällt nach den Curven von Huitfeld-Kaas das Hauptmaximum ungefähr in den Juli; ein Neben- (oder Frühjahrs-) Maximum ist kaum wahrzunehmen. Auch von den norddeutschen Seen behauptet Fuhrmann, dass die Curve nur zu einem Maximum ansteige. Wenn wir aber näher zusehen, bemerken wir bei Apstein in der Curve für das Plankton des Dobersdorfer Sees neben dem Haupt-(Herbst-)Maximum Anfang October ein deutliches, wenn auch bedeutend geringeres Neben- oder Frühjahrsmaximum im Juni. Im grossen Plöner See steigt die Curve nach Zacharias bis zum Mai, worauf das Sommerminimum im Juni eintritt. Das Haupt- oder Herbstmaximum wird im Anfang August erreicht. In meinem Untersuchungsgebiet dürfte das Frühjahrsmaximum normaler Weise noch etwas früher fallen.

Garbini (1895) sagt über den Eintritt des Maximums im Gardasee: „Il maximum quantitativo l'ebbi a riscontrare in ottobre; il minimum in marzo“. Es wäre möglich, dass im Gardasee das Plankton nur einen Culminationspunkt in seiner Entwicklung aufzuweisen hat. Wahrscheinlicher ist aber, dass das Frühjahrsmaximum (vielleicht im April?) gering und daher übersehen worden war.

Sehr auffallend ist der Verlauf der Planktoncurve im Neuenburger See. Fuhrmann (1900) fand hier ein Maximum (Frühjahrsmaximum) im Mai und ein zweites (Herbstmaximum) gar im December; dabei fallen die Minima auf die Monate März und August. „Das Studium des Genfer Sees (Yung, 1899) hat ganz dieselben Resultate ergeben“.

Wie sollen wir uns nun diese Verschiedenheiten im Verlauf der Planktoncurven erklären? Ich glaube, dass hier, immer abgesehen von specifisch localen Einflüssen, die geographische Lage des betreffenden Binnengewässers in erster Linie in Rücksicht zu ziehen ist;

rein theoretisch betrachtet, liegen die Dinge folgendermassen: Im hohen Norden mit seinem langen Winter und kurzen Sommer bleibt für die Planktonentwicklung wie für die Entwicklungsprocesse der Organismen überhaupt wenig Zeit. Ein rasches Aufsteigen der Productionscurve, eine kurze Blüthezeit, ein ebenso rascher Abfall und eine darauf folgende lange Zeit der Ruhe, des „Winterschlafes“ sind für jene Regionen charakteristisch.

Je weiter wir nach Süden vordringen, desto länger wird der Zeitraum, der dem Entfalten aller Lebensprocesse unter dem Einfluss günstiger klimatischer Verhältnisse zur Verfügung steht. So würde nach dem Süden zu die Zeit der Production immer grösser, die Zeit der Ruhe oder des Productionsminimums immer geringer werden, wenn nicht ein anderer Factor nun hier mitspielen würde, der der Entwicklung hinderlich ist: die hohe Sommertemperatur der südlichen Breiten, die ein Phänomen im Leben der Organismen zur Folge hat, das längst bekannt ist: den Sommerschlaf. Das Sommerminimum in der Planktoncurve ist aber nichts anderes als der „Sommerschlaf“ des Planktons, so wie das Winterminimum dem Winterschlaf zu vergleichen ist. Es wäre nun sehr interessant, den Planktoncurvenverlauf eines tropischen Binnensees kennen zu lernen. Leider liegen darüber bis heute noch gar keine Beobachtungen vor. Der rege Eifer, mit dem Deutschland die naturwissenschaftliche Erforschung seiner Colonien durchführt, lässt erwarten, dass auch von dieser Seite aus, wo ja die Wiege quantitativer Planktonforschung steht, auch die Erforschung der Ethologie tropischer (afrikanischer) Seen in Angriff genommen wird.

Ganz auffallend ist der Verlauf der Planktoncurven nordamerikanischer Seen. Nach Birge (1895 u. 1897) zeigt die Planktoncurve im Mendota 3 Maxima und 3 Minima. Am grössten ist das Frühjahrsmaximum im Mai; im Juli wird das Sommermaximum erreicht, worauf ein Rückgang der perennirenden Arten zu bemerken ist, der Ende August am deutlichsten wird. Ende September und im October ist sodann das Herbstmaximum. Offenbar sind in Nordamerika die physikalischen Verhältnisse der Planktonentwicklung besonders günstig.

In zweiter Linie wäre auch die Höhenlage des Sees in Rücksicht zu ziehen. Es ist zu erwarten, dass das Plankton südlich gelegener Bergseen nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ, i. B. auf den Jahrescurvenverlauf viel mehr den nordischen Seen gleicht als das Plankton südlicher Tieflandsee.

Vergleich des Curvenverlaufs einiger Planktonorganismen aus verschiedenen Binnengewässern.

a) Cladoceren.

(*Bosmina.*)

Wie schon erwähnt, kommt in meinem Untersuchungsgebiet nur eine *Bosmina* vor, nämlich *B. longirostris-cornuta.* Sie erreicht ihre beiden Maxima im Juni und Ende August; dazwischen liegt ein tiefes Sommerminimum.

In Norddeutschland und einem Theil der Schweizer Seen, z. B. im Neuenburger See, leben beide Formen, *B. longirostris-cornuta* und *coregoni-bohemica.*

Es scheint, als liesse sich als allgemein giltig der Satz aufstellen, dass in jenen Fällen, wo zwei nahe verwandte Entomostrakenformen im Plankton eines Binnengewässers vorkommen, diese aus offenbar ökonomischen Gründen [1]) ethologisch sich vollkommen verschieden verhalten, in dem Sinne, dass die eine Form dann auf die Uferzone beschränkt bleibt, die andere mehr die Mitte des Sees bevorzugt, was von BURCKHARDT (1900) für Bosminen, von HARTWIG [2]) u. A. für *Diaptomus* nachgewiesen wurde. Auch kommt es vor, dass in zwei nur durch einen schmalen Canal verbundenen Wasserbecken die eine Art nur dem einen, die andere nur dem andern Seebecken eigenthümlich ist, wie die Untersuchung verschiedener Seen in Europa und Nordamerika ergeben hat. Weiter sehen wir, dass in vielen Fällen die eine Art im Frühjahr, die andere erst im Herbst ihr Entwicklungsmaximum erreicht. So fällt nach FUHRMANN das Maximum von *B. longirostris* im Grossen Plöner See und Neuenburger See in den Juli bezw. Mai, das Maximum für *B. coregoni* aber in den November bezw. December [3]). Wir sehen an diesem Beispiel ausserdem auch im Speciellen, was uns früher an dem Verlauf der Curven des Planktonvolumens im Allgemeinen aufgefallen war, dass nämlich die Productionszeit der Planktonthiere sich vom Norden nach dem Süden zu über mehrere Monate ausbreitet. Im Plöner See liegen zwischen den Entwicklungshöhepunkten der beiden Bosminen nur 3, im Neuenburger See dagegen 6 Monate.

---

1) s. darüber auch S. 30.

2) Laut freundlicher schriftlicher Mittheilung.

3) s. auch APSTEIN (1896) p. 111 oben.

b) Copepoden.

Von Copepoden einiger Binnengewässer wollen wir zunächst den Verlauf der Periodicitätscurven für

Cyclops

unter einander vergleichen; wir müssen dabei natürlich auf eine Rücksichtnahme auf einzelne Arten verzichten.

Vergleichen wir nun den Curvenverlauf von *Cyclops* im Dobersdorfer See (nach Apstein, für das Jahr 1891—92) und im Plöner See (nach Zacharias und zwar nach dem im 4. Plöner Forschungsbericht enthaltenen Zählprotocoll für das Jahr 1894—95), so sehen wir im Dobersdorfer See in dem einen Jahre die Maxima im Mai und September, im folgenden Jahre wird das 2. Maximum aber schon im Juli erreicht! Im Plöner See fällt das Frühjahrsmaximum schon in den April, das Herbstmaximum in den August bezw. October. In meinem Untersuchungsgebiet fallen die Maxima im erste Jahre (98) in den Juni und August. Im Mendota endlich treten (nach Birge, 1894 und 95) die Maxima Ende Mai und Anfang October auf, was also ziemlich mit den Verhältnissen in den norddeutschen Seen übereinstimmt.

Im Allgemeinen können wir auf Grund der hier citirten Beobachtungen sagen, dass

1) die Cyclopiden normaler Weise in ihrer Productionscurve zwei Maxima und zwei Minima zeigen;

2) die Cyclopiden in demselben Gewässer durchaus nicht in jedem Jahr um annähernd dieselbe Zeit ihre beiden Productionsmaxima und -minima erreichen; meteorologische Einflüsse aller Art müssen wir für diese Verschiedenheiten verantwortlich machen;

3) auch die Cyclopiden in verschiedenen Binnengewässern gewöhnlich zu verschiedenen und nur selten genau zu derselben Zeit ihre Productionsmaxima und -minima erreichen.

Schliesslich wollen wir noch die Copepoden zweier Süsswasserbecken in ihrer Gesammtheit in Bezug auf ihre Productivität vergleichen. Ich wähle dazu den Katzensee (Amberg, 1898—99) und mein Untersuchungsgebiet (1898, 99). Wir sehen, dass ein Maximum (August 1898) in beiden Gewässern zusammenfällt, das andere aber wird in meinem Untersuchungsgebiet im Juni erreicht, im Katzensee aber bemerken wir eine schwache Erhebung der Curve schon im Februar!

c) *Dreyssena*-Larven.

Wie bei den bisher besprochenen Thierformen, so scheint auch

bei den *Dreyssena*-Larven der Curvenverlauf nach Zeit und Ort sehr verschieden zu sein.

In meinem Untersuchungsgebiet fand ich 1898 die ersten Larven am 18. Mai, am 26. Mai dürfte das Maximum erreicht worden sein; am 2. Juni waren sie schon spärlicher vertreten; Aehnliches konnte im folgenden Jahre constatirt werden.

Joh. Meisenheim (1899) fand 1897 die ersten Eier am 1. Juni, 4 Tage später die ersten Larven, die Hauptentwicklungsperiode war vom 10.—22. Juni.

Korschelt constatirte die Larven 1891 im Tegeler See Mitte Juni, im folgenden Jahre etwas später; Apstein im Dobersdorfer See (1891) im Juni, im Grossen Plöner See (1893) Ende Mai; für diesen See constatirte Zacharias 1895 den Beginn der Entwicklung Anfang Juni.

Eine vorzeitige Entwicklung fanden Korschelt Mitte Mai 1891, Apstein Ende April 1891 im Dobersdorfer See, im Grossen Plöner See 1893 sogar schon am 19. März.

Das Entwicklungsmaximum fällt nach Meisenheim in die 2. Hälfte des Juni (1897), nach Apstein für den Dobersdorfer See (1891) Mitte Juli und für den Grossen Plöner See (1892) sogar erst Mitte August bis September; für letztern See giebt auch Zacharias (1895) als Höhepunkt der Entwicklung Mitte August an.

Das Ende der Eiablage wurde von Apstein im Dobersdorfer See (1891) Mitte September beobachtet, ja sogar noch im October; im Grossen Plöner See von Zacharias (1895) Ende September.

Während also, wie wir sehen, in den norddeutschen Seen die Productivitätscurve über viele Monate sich erstreckt, und die letzten Larven noch im Herbst gefunden werden, im Grossen Plöner See z. B. am 16./11. 98 erst wieder häufiger auftraten, sehen wir in unserm Untersuchungsgebiet die Larvenschwärmzeit auf eine ganz kurze Zeit beschränkt, während der aber die Curve enorm steigt, um ebenso unvermittelt nach kurzer Zeit wieder zum 0-Punkt abzufallen.

Zusammenfassung.

Wenn wir resumirend die Resultate überblicken, welche der Vergleich des Curvenverlaufes einiger nur als Beispiel herausgegriffener Planktonorganismen geliefert, so können wir wohl nicht leugnen, dass hier und da deutliche Uebereinstimmungen zu finden sind; im Verhältniss zu den Unterschieden sind sie aber viel zu spärlich, um von einem annähernd gleichmässigen Verlauf der Periodicitätscurve der einzelnen Planktoncomponenten in verschiedenen Localitäten sprechen

zu können. Das Vergleichsmaterial ist auch heute noch viel zu gering, um allgemein geltende Normen in dem Curvenverlauf feststellen zu können.

Besonders bemerkbar macht sich der Mangel gleichzeitig an verschiedenen Gewässern während eines oder mehrerer Jahre in derselben Weise ausgeführter Parallelfänge.

Wie seiner Zeit aber bei rein qualitativen Untersuchungen die Zusammenstellung einfacher Faunenlisten für interessant genug gehalten wurde, während solche Listen heute nur noch, wenn sich keine weittragenden Schlussfolgerungen zoogeographischer oder sonst wie ethologischer Natur daran knüpfen, nur von sehr beschränktem lokalen Interesse sind, ja solche Arbeiten von Marsh (1900) heute sogar als „Verschwendung der Druckerschwärze" bezeichnet werden, so werden später einmal die quantitativen Untersuchungen an Werth und Interesse sehr verlieren, wenn wir uns mit dem Aufzählen von Thatsachen begnügen und auf einen Vergleich der hier und dort gefundenen Resultate verzichten.

Die horizontale Vertheilung des Planktons (Schwärme).

Die Frage über die mehr oder minder gleichmässige oder vollkommen ungleichmässige Vertheilung des Planktons wurde, wie ich glaube, unnöthig eingehend von vielen Seiten discutirt und führte oft zu ganz entgegengesetzten Resultaten. Sie ist in so fern allerdings von grosser Wichtigkeit, als mit ihr die Frage über den Werth der Zählmethode zusammenhängt; diese hat aber, wie ich glaube, ihre Feuerprobe gut bestanden, und man wird heute, wenn man sie vernünftiger Weise nicht mathematisch genau verlangt, wohl, namentlich verglichen mit der Vertheilung der Landorganismen, von einer gleichmässigen Vertheilung des Planktons sprechen dürfen. Man wird ganz allgemein sagen können, dass unter gleichen physikalischen Verhältnissen auch die Planktonvertheilung eine gleichmässige ist. So fand ich denn auch in meinem Untersuchungsgebiet das Plankton horizontal sehr gleichmässig vertheilt. Ist das Plankton hier und dort nicht gleichmässig vertheilt, was wiederum vorzüglich und am exactesten eben mit Hülfe der modernen quantitativen Forschungsmethoden nachzuweisen ist, dann lassen sich in den meisten Fällen die Gründe hierfür unschwer finden: seichte Stellen sind planktonreicher als tiefe; ein

bewachsener Grund erhöht noch den Planktonreichthum solcher Oertlichkeiten; daraus erklärt sich in unserm Fall die grössere Planktonmenge im Magenscheinwasser. Bewachsene Uferpartien sind organismenreicher als kahle; in unserm Untersuchungsgebiet sind die Ufer namentlich an der Nordseite kahl, daher ist das Planktonvolumen an dieser Stelle nicht grösser als im freien Wasser, etc. „Schwärme" habe ich nie beobachtet; ich will aber gern zugeben, dass sie an andern Orten unter gewissen Umständen auftreten können (bedingt durch Strömungs- oder Lichtverhältnisse, z. B. Bosminen an stark bewaldeten Uferpartien etc.). Es kann nicht unsere Aufgabe sein, über alle diesbezöglichen Angaben zu referiren. In der Hauptsache halte ich die Frage über die gleichmässige horizontale Vertheilung der Planktonorganismen heute schon für erledigt.

Die verticale Vertheilung des Planktons.

Auch in der Besprechung der verticalen Vertheilung des Planktons kann ich mich kurz fassen, da dieselbe unter andern Gesichtspunkten bereits an anderer Stelle zur Sprache gekommen ist und meine Befunde sich ziemlich mit denen der übrigen Autoren decken.

Vielfach wird behauptet, dass die verticale Vertheilung im Winter eine viel gleichmässigere sei als im Sommer. In unserm Gebiet sind, wie schon erwähnt, die Verhältnisse so ungünstig, dass im Winter das freie Wasser überhaupt fast organismenfrei zu nennen ist.

Fuhrmann hat letzthin (1900) auf einen interessanten Unterschied in der verticalen Planktonvertheilung in den Schweizerseen einerseits und den norddeutschen anderseits hingewiesen, indem in erstern die oberflächlichen Schichten bis zu 2 m und mehr fast frei von thierischen Planktonorganismen sind, während in den letztern gerade dort sich reiches Thierleben entfaltet.

Unser im Verhältniss zu diesen Seen ungemein seichtes Untersuchungsgebiet nimmt in so fern eine Zwischenstellung ein, als im Sommer wohl auch die oberflächlichsten Schichten ein reiches Thierleben aufweisen, aber es sind meist nur Jugendstadien von Copepoden und Bosminen, die sich knapp unter dem Wasserspiegel aufhalten, während die erwachsenen Thiere (am Tage wenigstens) fast ausschliesslich die tiefern Wasserschichten bevölkern.

Die Crustaceenfauna während des Winters.

Aus leicht begreiflichen Gründen ist das Leben der Thierwelt unseres Süsswassers im Winter noch recht wenig studirt worden.

Ueber die winterliche Krebsfauna des Müggel-Sees liegt eine neuere Arbeit von W. Hartwig (97) vor, die ich zum Vergleich heranziehen will. Ich möchte nur erwähnen, dass das Material aus dem Müggel-See in mehreren Wintern gesammelt wurde. Ich benutze hier für mein Untersuchungsgebiet nur das im Winter 1897—98 gesammelte Material.

Es werden weiter nur die Copepoden und Cladoceren berücksichtigt und in der Hartwig'schen Liste jene Formen zusammengezogen, die nach neuern Forschungen als zu einer Art gehörig betrachtet werden.

Als Winter nehme ich mit Hartwig die Zeit von November bis April an. Aus dem Monat December standen Hartwig keine Fänge zur Verfügung.

Die Zahlen in den einzelnen Rubriken bezeichnen die Monate, in denen die einzelnen Formen beobachtet wurden.

Aus der Uebersicht ergiebt sich, dass die winterliche Copepoden- und Cladocerenfauna ziemlich gleich artenreich ist. Es wurden im Ganzen an beiden Orten 40 Formen constatirt. Davon sind aber nur 13 beiden Gebieten gemeinsam, 13 Arten wurden nur von Hartwig, 14 nur von mir gefunden.

Ich muss bemerken, dass uns beiden zufällig gleich viel, nämlich 16 Proben zur Verfügung standen.

Erst in letzter Zeit ist man zur Einsicht gekommen, dass Faunenlisten an Werth gewinnen, wenn das Untersuchungsgebiet möglichst klein ist, dafür aber auch thunlichst genau erforscht wird, d. h. durch lange Zeit, also auch im Winter. So dürfen wir hoffen, nun auch aus andern Gegenden Näheres über die Winterfauna zu erfahren und zwar nicht nur lediglich über das Plankton, sondern auch über die Grund und Ufer bewohnende Thierwelt.

Bei einer Vergleichung der beiden Listen fällt auf, dass *Pleuroxus nanus*, in meinem Untersuchungsgebiet eine der gemeinsten Formen, im Müggel-See zur Winterszeit nicht gefunden wurde. Durch genaue, mindestens während mehrerer Monate fortgesetzte Untersuchungen kommen wir auch in die Lage, mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit anzugeben, dass diese oder jene Form dem untersuchten Gewässer fehlt, und solche negative Resultate sind zoogeographisch von grossem Werth. So bin ich z. B. in der Lage, mit grosser Sicherheit sagen zu können, dass *Diaptomus gracilioides*, *Eurytemora lacinulata* und *Bosmina coregoni* in meinem Untersuchungsgebiet nicht vorkommen. (Näheres darüber im Abschnitt über Zoogeographie.)

Namen der Thiere	Müggel-See	Chroococcaceen-See
Cyclops viridis	2.	
„ *strenuus*	11., 1., 2., 3., 4.	1.
„ *leuckarti*	11., 1., 2., 3., 4.	
„ *oithonoides*	11., 2., 3., 4.	11., 4.
„ *serrulatus*	2.	12., 1., 2., 3.
„ *bicolor*	2.	12.
„ *albidus*		12., 1., 2., 3.
„ *vernalis*		12.
„ *fimbriatus*		2., 3.
Canthocamptus staphylinus	1., 3., 4.	
„ *minutus*	3.	
„ *pygmaeus*	4.	
Nitocra hibernica	3., 4.	11., 2.
Ectinosoma edwardsi	11., 1., 2.	
Diaptomus gracilis	11., 1., 2., 3., 4.	11., 12., 1., 2., 4.
„ *graciloides*	11.	
Eurytemora lacinulata	11., 1., 2.	
Sida crystallina	11.	
Hyalodaphnia jardinei	11., 1., 2.	
Daphnia juv. (hyalina?)		4.
Bosmina longirostris-cornuta	11., 1., 2., 3., 4.	11., 12., 2., 3., 4.
„ *coregoni*	11., 1., 2., 3., 4.	
Diaphanosoma brachyurum	11., 4.	4.
Simocephalus vetulus		3.
Eurycercus lamellatus		1.
Acroperus leucocephalus	2., 4.	11., 12., 1., 2., 3., 4.
Leydigia quadrangularis	1.	1.
Alona affinis	1.	11., 12., 2., 3., 4.
„ *guttata*	3., 4.	
„ *coronata*		11., 12., 1.
„ *falcata*		12., 4.
„ *rostrata*		4.
Monospilus tenuirostris	4.	11., 3.
Macrothrix laticornis		11., 3.
Ilyocryptus sordidus		2., 3.
Chydorus sphaericus	11., 1., 2., 3., 4.	12., 1., 2., 3., 4.
„ „ *var. coelatus*		3., 4.
Pleuroxus nanus		11., 12., 1., 2., 3., 4.
„ *personatus*		3., 4.
Leptodora kindti	11.	

Die tägliche verticale Wanderung des Planktons.

Eine der interessantesten Fragen, mit denen sich der Planktonforscher zu beschäftigen hat, ist die über die tägliche verticale Wanderung des Planktons.

Nach APSTEIN (1896) sind es FOREL und WEISMANN, welchen wir die ersten Beobachtungen darüber verdanken, „dass die Thiere des Planktons am Tage in der Tiefe leben, bei Nacht aber an die Oberfläche des Wassers kommen“. APSTEIN selbst machte zwar auch ein-

mal 2 Fänge, den einen am Tage, den andern in der darauf folgenden Nacht, unterliess es aber aus diesen Fängen aus im Folgenden näher zu bezeichnenden Gründen „falsche Folgerungen zu ziehen“. 2 Jahre später wiederholte Zacharias den Versuch und kam zu dem Resultat, dass im Plöner See „kein Aufsteigen planktonischer Kruster und Räderthiere während der dunkelsten Abendstunden erfolgt“. Den Grund des negativen Resultats glaubt Apstein darin zu erblicken, weil man die als „Oberfläche“ bezeichnete Schicht im Allgemeinen viel zu gross annahm. Bei Apstein's Versuch betrug sie 2 m, bei Zacharias sogar 10 m, bei Birge 3 m, bei Marsh 5 m. Die beiden letztern hatten ebenfalls nur negative Resultate zu verzeichnen [1]).

Strodtmann (1895) nimmt für pelagische, pflanzliche Organismen eine Wanderung an, hält sie aber für eine passive.

„Wenn eine Wanderung stattfindet, so wird diese activ sein“ behauptet Apstein und citirt eine gegen Strodtmann's Ansicht sprechende Behauptung Francé's (1894), dass nämlich die Planktonalgen stets an der Oberfläche sich finden, also keine verticalen Wasserströmungen existiren, denn sonst würden sie auch in die Tiefe gerissen. Dagegen konnte Francé eine deutlich ausgesprochene verticale Wanderung der Plankton*tiere* constatiren.

Da sich Francé, wie aus der bisher nur erschienenen vorläufigen Mittheilung zu schliessen ist, sehr eingehend mit unserer Frage beschäftigte, da weiter seine Befunde, auf die wir im Folgenden öfters zurückkommen werden, im schroffen Gegensatz zu den Beobachtungen von Zacharias und Marsh stehen, so will ich die Zusammenfassung der Resultate Francé's wörtlich wiedergeben:

1) Tags über hält sich der grösste Theil der Planktonwesen bei Windstille, klarem Himmel und Sonnenschein in tiefern Wasserregionen auf. Und zwar suchen sie Vormittags immer tiefere Wasserschichten, bis sie in den Mittagsstunden die Grundregion erreicht haben; Nachmittags ziehen sie aufwärts gegen die Oberfläche zu.

2) Auch bei schwachem Wind und mässigem Wellenschlag gilt das ad 1 Gesagte; jedoch kommen die Wanderungen in nicht so prägnanter Weise zum Ausdruck.

3) Bei andauerndem Regen und mässigem Wellenschlag sind die Planktonwesen vom Grunde bis zur Tiefe im Verhältniss der letztern

1) Erst in einer spätern Arbeit konnte Birge ebenfalls über eine nächtliche Wanderung berichten.

stufenweise vertheilt, so dass sich nahe am Grunde der weitaus grösste Theil derselben befindet.

4) Bei heftigem, lang andauerndem Wind sowie bei Sturm ist keine in deutlich hervortretender Weise bemerkbare Vertheilung wahrnehmbar; jedoch scheinen die meisten Planktonorganismen sich doch am Grunde zu finden.

5) Bei heftigem Sturmwind und Regen findet eine ziemlich gleiche Vertheilung, wie ad 4 angeführt, statt.

6) Nachts über hält sich der grösste Theil des Planktons bei Neumond, Windstille und ruhigem Wasser an dem Spiegel des Sees auf.

7) Unter denselben physikalischen Verhältnissen, jedoch bei Mondenschein (Vollmond) befindet sich zwar noch immer ein grosser Theil der Planktonwesen (hauptsächlich Cladoceren) an der Oberfläche, ein anderer Theil zieht sich jedoch in tiefere Wasserschichten zurück.

8) Bei Wind und bewegtem Wasser wandert der überwiegende Theil des Planktons auch bei Nacht in tiefere Wasserschichten.

9) Bei starkem Sturmwind findet auch bei Nacht eine gleiche Vertheilung des Limnoplanktons statt, wie unter ähnlichen Wetterumständen bei Tage; dasselbe gilt auch für Regen.

10) Bei bewölktem Himmel ohne Sonnenschein finden sich tags über in den superficiellen Wasserschichten nur wenige Planktonwesen, deren Zahl gegen die Tiefe zu immer mehr zunimmt.

11) Unterhalb der Eisdecke finden sich dieselben Verhältnisse wie bei freiem Wasser; besonders viel Plankton sammelt sich an der Wasseroberfläche von Eislöchern.

In einer vor Kurzem erschienenen Arbeit Blanc's (1898) werden endlich noch die Befunde von Asper, Fuhrmann und Pittard erwähnt (Pittard hat nach Blanc ebenfalls das Verschwinden von der Oberfläche bei Sonnenschein bei der Mehrzahl pelagischer Crustaceen constatirt; aber er führt auch Fänge an, welche Ausnahmen von der Regel zu sein scheinen).

Blanc selbst machte 1896 in der Nacht vom 26. auf den 27. Juli Horizontalfänge an der Oberfläche, in 20, 40 und 60 m Tiefe, wendete die „Rohvolumenmessung“ an und kam zu folgendem Resultat: Die Krebse, die Masse des Planktons, sind zur Nachtzeit viel zahlreicher an der Oberfläche als am Tage. Sie wandern in der Nacht gegen die Oberfläche. Die Beobachtung Francé's bezüglich des ersten Erscheinens der Cladoceren an der Oberfläche darf nicht generalisirt werden. Wanderung, aber auch Vermehrung durch Theilung und

Wachsthum sind die Factoren, welche die Vermehrung des nächtlichen Planktons zu bewirken scheinen.

Wir finden also in der Literatur über unsern Gegenstand zwei Ansichten vertreten, die sich scharf gegenüber stehen. Auf der einen Seite die alten Angaben von Forel und Weismann und die neuesten von Francé, Blanc u. A., auf der andern die negativen Angaben von Zacharias und Marsh. So war Grund genug vorhanden, der Frage näher zu treten und sie, so weit es eben bei der Ungunst der Verhältnisse möglich war, der Lösung wenigstens näher zu bringen.

Mir standen Fangserien aus verschiedenen Monaten zur Verfügung: der erste Fang, der nur als Versuch zu gelten hat, da hier nur Stufenfänge bei 1 m und $2^1/_2$ m Tiefe gemacht wurden, wurde in der Nacht vom 13. auf den 14./8. 98 ausgeführt. Es galt da zunächst nur den Nachweis zu erbringen, ob überhaupt eine Wanderung des Planktons stattfindet. Schon gegen Mitternacht war ich im Stande, diese Frage bejahend zu beantworten; denn schon mit freiem Auge konnte ich im Sammelglase um 11^h Nachts einige *Diaphanosoma brach.* und um 4^h früh *Sida crystallina* im 1 m-Fang constatiren, Formen, die dem $6^1/_2{}^h$ Abends ausgeführten Fange gefehlt hatten.

Es waren also die Nachtfänge qualitativ von den Tagfängen verschieden, indem in der Nacht einige Species mehr gefangen wurden als in dem Abend- und Mittagfang. Die Frage bezüglich der quantitativen Verschiedenheiten der einzelnen Fänge konnte nach meinem Dafürhalten nur durch Anwendung der Zählmethode entschieden werden.

Ich machte zu diesem Zweck zu jeder der angegebenen Stunden je 10 1 m- und je 10 $2^1/_2$ m-Fänge; es hat sich gezeigt, dass nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ die Nachtfänge reicher waren als die Tagfänge. Weiter auf die Details einzugehen, scheint mir hier überflüssig, da ich bei diesem Fang leider wie viele Andere die Oberflächenschicht zu gross annahm. Erst von der nächsten Fangserie an schöpfte ich regelmässig je 10 l Wasser von der Oberfläche und zählte die darin vorkommenden Organismen. Ich finde diese von Apstein vorgeschlagene Methode nicht nur sehr einfach, sondern auch viel sicherer als die Stufenfänge, die ich, so gut es anging, immer noch nachher des Vergleiches wegen vornahm.

Ein zweiter Fang wurde in der Nacht vom 19. auf den 20./8. ausgeführt (Fig. N). Wiederum zeigte sich ein merkliches Plus an Species in den Nachtstunden, die Individuenzahl war aber in diesem Fall am Nachmittag und am folgenden Morgen entschieden grösser als in der Nacht, und zwar sind die Rotatorien auschlaggebend gewesen.

Nachtfang vom 19.–20. VIII. 1898.

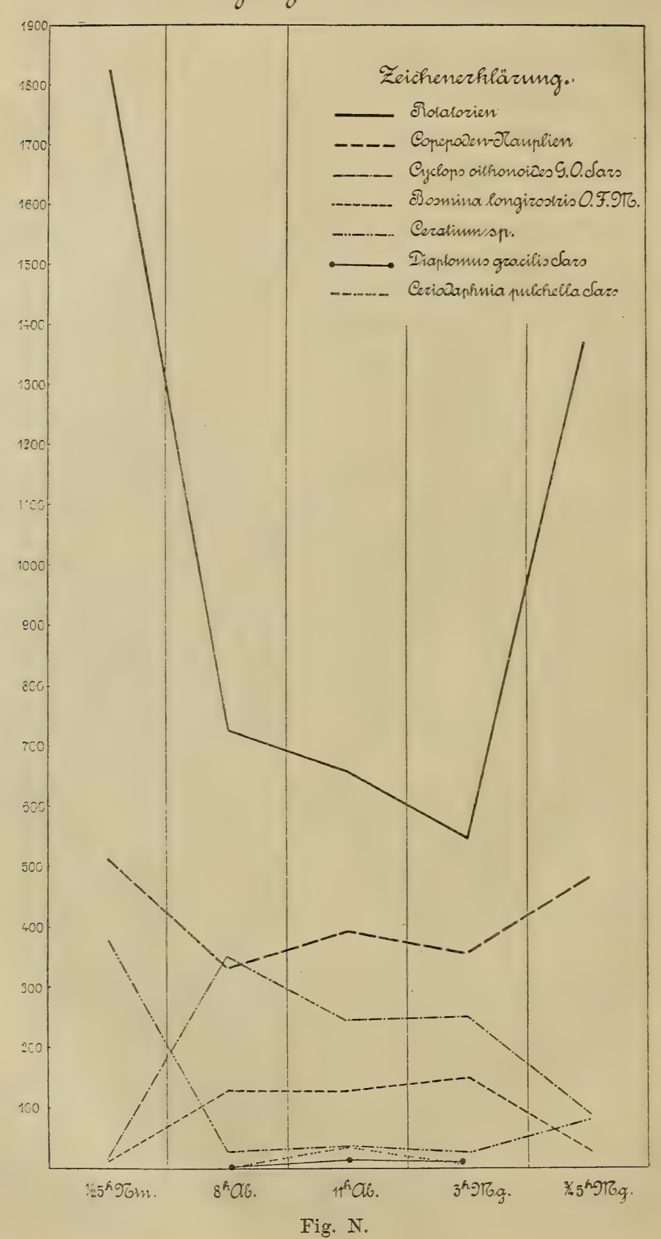


Fig. N.

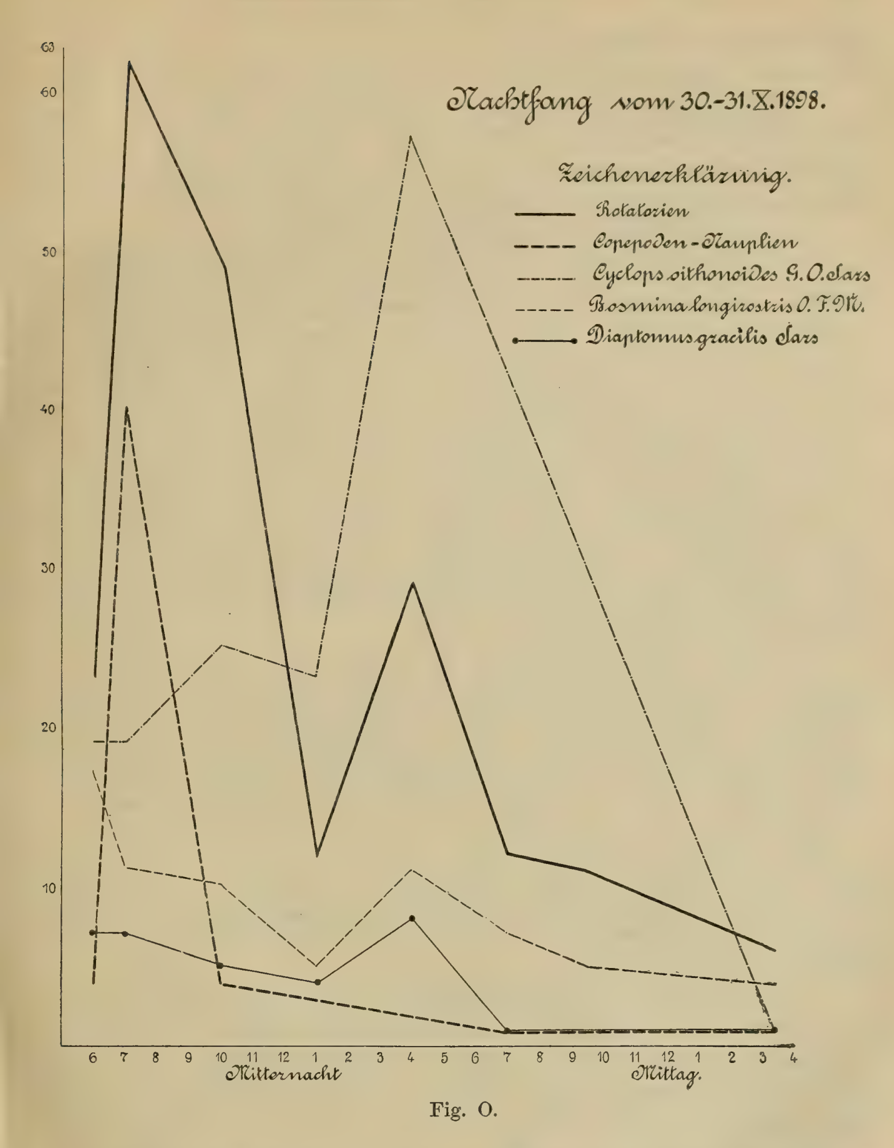


Fig. O.

Es wäre nahe liegend, die verschiedenen Resultate der beiden Nachtfänge durch die Unvollkommenheit der Zählmethode zu erklären. Wenn aber die Zählmethode wirklich so werthlos wäre, wie manche annehmen, dann wäre der regelmässige Verlauf der Curven ein unheimliches Spiel des Zufalls. So aber sehen wir bei Rotatorien, Nauplien und *Ceratium* während der Nachtstunden (8 h bis 3 h) ein

ausgesprochenes Minimum, für die übrigen Formen, nämlich ausgewachsene *Cyclops* und *Bosmina*, ein Maximum ihres Vorkommens.

Diaphanosoma brachyurum, *Ceriodaphnia* und *Diaptomus* fanden sich überhaupt nur zwischen 8 h und 3h, die beiden letztern mit einem schwachen Maximum um 11 h. *Sida* erschien nur zwischen 8 und 11 h, *Leptodora* gar nur in 1 Exemplar um 11 h Nachts.

Da mir noch weitere Nachtfänge erwünscht waren, ich aber damals nach Triest übersiedelte, hatte mein Freund Dr. A. GINZBERGER die grosse Freundlichkeit, meinen Untersuchungen einen Tag und eine Nacht seines ohnehin kurz bemessenen Urlaubes zu widmen. Er fischte am 30. bezw. 31. October um 6, 7, 10 h Abends, dann um 1, 4, 7, $^1/_2$10 h früh und endlich um $^1/_4$4 h Nachmittags. Ich hatte mich nämlich bei meinen frühern Fängen überzeugt, dass zur Erlangung einer vollständigen Curve eine Fangdauer von 24 Stunden nothwendig sei.

Die Resultate des October-Fanges sind nun in so fern weniger sicher als die andern, weil wegen der vorgerückten Jahreszeit in den October-Fängen nur noch recht wenig Organismen gefunden wurden; daher musste auch für die beigegebene Curventafel (Fig. O) ein anderer Maasstab genommen werden.

Es zeigte sich ein Maximum an Arten in den Abendstunden, ein Minimum in den Vormittagsstunden. Die Nachtfänge waren individuenreicher als die Tagesfänge. Aus der Curventafel (Fig. O) sind die beiden Maxima um 7 h Abends und 4 h früh zu ersehen, denen nach den Angaben meines Freundes Minima der Helligkeit entsprechen.

Ich muss zur Erklärung beifügen, dass diesmal in einer Mondnacht gefischt wurde, deren Helligkeit aber durch den bekannten Wiener Nebel namentlich in den ersten Morgenstunden stark beeinträchtigt wurde.

Zu den beiden letzten Nachtfängen endlich gab mir ein Urlaub, den ich in Wien verbrachte, erwünschte Gelegenheit; ich fischte am 3. bezw. 4./6. und 21. bezw. 22./6. 99 (Fig. P, S. 67); beim ersten Fang wurde ich in sehr dankenswerther Weise von Herrn Dr. L. v. NETTOVICH unterstützt.

Die erste Nacht war ziemlich finster, die zweite eine Vollmondnacht; bei beiden fielen die qualitativen wie die quantitativen Maxima in die Mitternachtsstunden.

Bevor wir zur eingehendern Besprechung der einzelnen Nachtfänge übergehen, scheint es mir nothwendig, ein besonderes Capitel über experimentelle Planktonforschung vorauszuschicken.

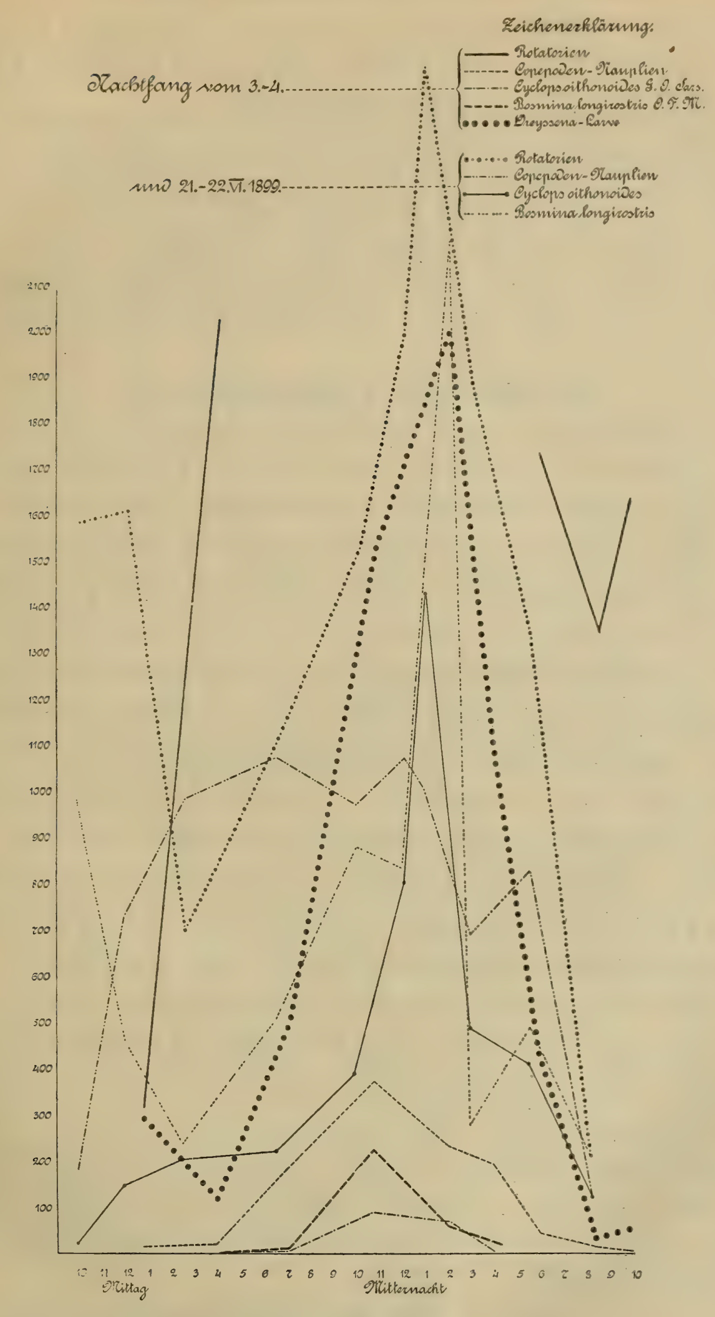

Zeichenerklärung:
Nachtfang vom 3.-4.
Rotatorien
Copepoden-Nauplien
Cyclops oithonoides G. O. Sars.
Bosmina longirostris O. F. M.
Dreyssena-Larve
und 21.-22. VI. 1899.
Rotatorien
Copepoden-Nauplien
Cyclops oithonoides
Bosmina longirostris
2100
2000
1900
1800
1700
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Mittag
Mitternacht

Fig. P.

Zahl der zu verschiedenen Zeiten des Tages und der Nacht im Brückenwasser an der Oberfläche gesammelten Arten von Entomostraken.

	Vm. 10h	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
13.—14./8. 98										5				10					9								7				
19.—20./8. 98								5			10			11				8		5											
30.—31./10. 98									5	7			6			5			5		5				2						6
3.—4./6. 99				4			7			6				6			8		8		6			5	7						
21.—22./6. 99	5		6			6				6			9		11	11		9			10			7							

Experimentelle Planktonforschung.

Die Experimente, deren sich die Planktonforschung zur Lösung ihrer Probleme zu bedienen hat, sind zweierlei Art: das Experiment im Freien und das Experiment im Laboratorium. Auf die Bedeutung des erstern, heute noch kaum gekannten, hat i. B. auf das Studium der „Ethologie“ der Landthiere Dahl (1898) in einem sehr lehrreichen Vortrag kürzlich hingewiesen. Das Experimentiren im Laboratorium hat für uns zunächst den Zweck, dass wir bei der Erforschung irgend eines Phänomens willkürlich einen oder mehrere Factoren ausscheiden oder durch andere ersetzen können, die in ihrem harmonischen Zusammenwirken als Resultirende gleichsam das fragliche Phänomen liefern. Wir müssen bei solchen Experimenten bestrebt sein, zunächst alle Componenten zu entdecken und weiter den Werth jeder einzelnen, wenn möglich, zahlenmässig festzustellen. Erst wenn das geschehen, wenn wir das Phänomen, die Resultirende verschiedener, gewöhnlich verschiedenwerthiger Componenten, in seine Theile zerlegt haben, können wir daran gehen, das Kräfteparallelogramm wieder (im Geiste) zu reconstruiren; dann erst begreifen wir das Phänomen.

Wie steht es nun in unserm Fall mit dem Problem der verticalen Wanderung des Zooplanktons? Der Eine nimmt als Ursache das Licht, ein Anderer die Wärme, ein Dritter die Wanderung der Planktonnahrung an, die passiv erfolgt.

Schwache Schwimmer sollen Nachts von stärkern Formen aus der obersten Schicht „verdrängt“ werden, und Burckhardt (1900) nimmt an, erstere hätten sich, „um dem Gefressenwerden zu entgehen, angewöhnt, aus der am allerdichtesten bevölkerten Schicht regelmässig zu entfliehen“ (p. 254 d. Sep.), etc.

Aber bei der bisher fast allgemein üblichen Methode des Forschens

wird man über das „Ich meine“, „Ich glaube“ nie und nimmer hinaus kommen.

Das grosse Gebiet der Ethologie ist darum, wie DAHL sehr mit Recht bemerkt, so in Misscredit gekommen, weil man bisher mit der Arbeit dort aufhörte, wo sie eigentlich erst beginnt, und man musste aufhören, weil es mit den landläufigen Methoden gar nicht möglich war, weiter zu kommen. Die moderne Planktonforschung glaubt zuversichtlich, mit Hülfe des Experiments und der Statistik weiter vordringen zu können, auch auf die Gefahr hin, dass nach Jahre langer, mühevoller Arbeit, wenn sie an Stelle des „ich meine“ ein sicheres „ich weiss“ gesetzt haben wird, jene, der Planktonforschung fernstehenden, die Jahre hindurch immer nur „geglaubt“ und „gemeint“ haben, enttäuscht sagen werden: „Das haben wir ja alles schon gewusst!“

Da die zur Lösung unseres Problems angewandte statistische Methode, die Zählmethode, heute noch von vielen für werthlos gehalten wird, strebte ich danach, auf anderm Wege zu denselben Resultaten zu kommen, und ich wählte dazu eben das Experiment im Freien.

Es handelte sich darum, ein bestimmtes Quantum Wasser mit den darin vorkommenden Planktonthieren bei möglichster Beibehaltung der natürlichen Verhältnisse, also ohne bedeutende Störung der Organismen, zu isoliren und die Wanderung des Planktons so im Kleinen zu verfolgen.

Zu diesem Zweck wurde folgender Apparat construirt: An einer ca. 3 m langen Latte wurden 3 möglichst weite Glasröhren befestigt und unter einander mittels Schläuchen in Verbindung gesetzt. Eine sehr einfache und praktische Sperrvorrichtung, die mir mein Chef, Herr Prof. Dr. C. CORI, anrieth, ermöglicht, durch Anziehen einer Schnur bei *a* die Glasröhren zu isoliren, ein Zug bei *b* öffnet den Verschluss wieder (s. Fig. Q).

Zu Beginn des Versuches wird nun die unterste Glasröhre mit Müllergaze verschlossen und bei der obersten Röhre eine genügende Menge frisch gefangenen Planktons in den Apparat geschüttet. Nun wird der Apparat rasch oben ebenfalls mit Müllergaze verschlossen und sodann senkrecht ins Wasser getaucht, und zwar so, dass die obere Oeffnung der obersten Röhre den Wasserspiegel, der Apparat selbst aber den Grund des Gewässers berührt; es muss demnach bei der Construction des Apparats auf die Tiefe des Gewässers, für das er bestimmt ist, Rücksicht genommen werden.

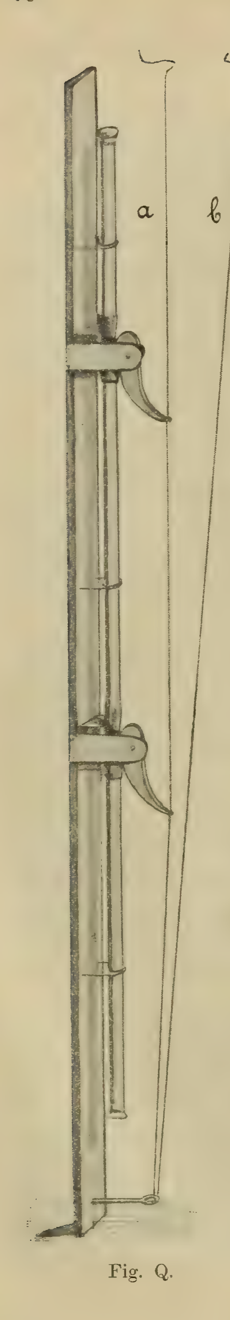


Fig. Q.

Nun ist nichts weiter zu thun, als zu bestimmten Zeiten den Apparat, nachdem man vorher die Leine bei *a* angezogen, aus dem Wasser zu ziehen und nachzusehen, an welcher Stelle sich das Plankton befindet. Eine gute Lupe erleichtert das Erkennen der einzelnen Planktonwesen. Ein geübtes Auge wird aber auch ohne dieses Hülfsmittel wenigstens einige der Formen an ihren charakteristischen Schwimmbewegungen zu unterscheiden vermögen.

Selbstverständlich stellt der Apparat in seiner gegenwärtigen, primitiven Form nur einen ersten Versuch dar; es wird einer geübten Hand nicht schwer fallen, ihn zu verbessern und brauchbarer zu gestalten.

Der Apparat wurde bei den beiden letzten Nachtfängen in Verwendung gebracht. Die Ergebnisse des Experiments sind folgende:

1) Die Wanderung des Planktons ist keine vollständige und keine einheitliche. Es wurden z. B. jederzeit Bosminen in jeder der Röhren gefunden, und zuweilen war nur durch eine ungefähre Schätzung die Constatirung der Wanderung möglich.

2) Bei Rotatorien, *Cyclops* und *Bosmina* konnte deutlich eine Aufwärtswanderung während der Nachtstunden constatirt werden; während jedoch die Maxima bei Rotatorien und *Cyclops* ungefähr mit den mit Hülfe der Zählmethode gewonnenen der Zeit nach übereinstimmten, stiegen die Bosminen in den Glasröhren erst in den Morgenstunden nach aufwärts, um welche Zeit sie nach den Ergebnissen der Zählung schon längst ihr Maximum überschritten haben sollten.

Erst bei dem folgenden Nachtfang (21. bezw. 22./6.) konnte ich auch bei ihnen

deutlich eine Aufwärtswanderung beobachten, die in der Zeit von 10 h bis 3 h Nachts ihr Maximum erreichte.

Während die um $^1/_2 3$ h Nachmittags in der obersten Röhre schwimmenden Bosminen nach dem Heraufziehen des Apparats sofort in die Tiefe gingen, sammelten sich die Bosminen bei Nacht (10 h bis 3 h) in einem grossen Haufen oben knapp unter dem Wasserspiegel an und zeigten sich intensiv positiv heliotropisch.

In dieser Nacht konnte auch bei *Diaptomus* ein Aufsteigen beobachtet werden. Aber auch hier waren es, wie bei *Cyclops* und andern Formen, durchaus nicht alle, sondern fast immer nur einige, meist jüngere Individuen, welche zur Nachtzeit in die obern Röhren aufstiegen, während das Gros den Boden der untersten Röhre überhaupt nicht verliess. Andererseits zeigten sich, wenn auch sehr vereinzelt, schon am Tage einige erwachsene *Cyclops* oder junge *Diaptomus* in der obersten Röhre.

3) Eine Wanderung der *Clathrocystis* konnte nicht mit Sicherheit wahrgenommen werden; wenn eine solche überhaupt existirt, dürfte sie jedenfalls nur innerhalb weniger Decimeter unter dem Wasserspiegel stattfinden.

Immerhin konnte ich bei den beiden letzten Nachtfängen ein verschiedenes Verhalten dieser Alge beobachten. Während sie sich nämlich in der ersten (finstern) Nacht constant am Wasserspiegel aufhielt, sammelte sie sich am 21. und 22./6. am Tage in einem langen Streifen an der Lichtseite der obersten Glasröhre und häufte sich erst in den Nachtstunden zugleich mit den Bosminen am Wasserspiegel in Form eines Klumpens an. Um $12^1/_2$ h Nacht notirte ich: „*Clathrocystis* vielleicht etwas von oben nach unten gewandert“. Mit Sicherheit liess sich das mit meinem primitiven Apparat nicht entscheiden; vielleicht wäre hier eine einzige, weniger lange Glasröhre mehr von Vortheil; nur muss man sich beim Füllen der Röhre vor einem Zuviel hüten, da sonst die zarten Gebilde vor Abschluss des Versuchs absterben könnten.

Die Laboratoriumsversuche, die nun besprochen werden sollen, hatten den Zweck, die einzelnen Factoren genauer kennen zu lernen, welche das Plankton zu seinen täglichen Wanderungen veranlasst.

Als wichtigster Factor bei der verticalen täglichen Wanderung wird fast allgemein der Heliotropismus des Planktons angesehen, und es war daher nothwendig, die Versuche an Land- und Meeresthieren, von denen Loeb in seinen ausgezeichneten Publicationen be-

richtet, nun auch speciell an den Planktonorganismen des süssen Wassers vorzunehmen.

In seiner Arbeit: „Der Heliotropismus der Thiere und seine Uebereinstimmung mit dem Heliotropismus der Pflanzen" sucht LOEB (1890) den Nachweis zu erbringen, dass es bei der Progressivbewegung heliotropischer Thiere nicht auf die Lichtintensität, sondern auf die Richtung der Lichtstrahlen ankomme. „Die Thiere gehen also in der Richtung der Lichtstrahlen zur Lichtquelle, selbst wenn sie dabei — nach menschlicher Empfindungsweise geschätzt — aus einem ‚hellen' in einen ‚dunkeln' Raum geführt werden."

Im Folgenden will ich nun die Versuche LOEB's, die ich mit meinen Süsswasser-Planktonthieren wiederholte, kurz anführen:

1) Der Heliotropismus eines Thieres tritt meist nur in einer bestimmten Epoche seines Daseins deutlich hervor.

Das trifft auch für die Thiere des Süsswasserplanktons zu, namentlich für Copepoden, die in ihrer Jugend, als Nauplien, am ausgesprochensten heliotropisch sind (dasselbe Verhalten zeigten Artemien).

Nauplien und Cyclopidstadien wird man fast zu jeder Jahres- und Tageszeit in grösserer Menge knapp am Wasserspiegel antreffen; ausgewachsene *Cyclops* und *Diaptomus* viel seltner und meist nur in den Nachtstunden. Nauplien und Cyclopidstadien, in ein Uhrschälchen gesetzt, werden normaler Weise sofort der Fensterseite zueilen, erwachsene *Cyclops* weit weniger rasch oder gar nicht oder nur in geringer Individuenanzahl, jedenfalls aber werden rein pelagische Formen noch prompter reagiren als notorische Grund- oder Uferformen, alte *Diaptomus gracilis* schiessen in der Regel scheinbar planlos im Wasser umher.

Da wir nun durch LOEB mit Thierformen bekannt wurden, bei denen die Reizbarkeit im Larvenzustand ganz entgegengesetzter Art sein kann wie im geschlechtsreifen Zustand, werden wir auch unsere Planktonorganismen darauf hin prüfen müssen.

In eine lange, weite Glasröhre, die Wasser von 24° Wärme enthielt, gab ich einige erwachsene *Cyclops oithonoides*, die sich sofort auf den Boden senkten; neigte ich die Röhre, und zwar das obere Ende gegen die Zimmerseite, so wanderten die Thiere aufwärts; in ein Uhrschälchen gethan, sammelten sie sich dagegen in 2 Lager, die einen an der Fenster-, die andern an der Zimmerseite.

Ich gab die Thiere wieder in die vertical gestellte Röhre zurück, die Krebse gingen wieder nach abwärts und blieben an der Stelle, als ich die Röhre horizontal stellte und parallel zum Fenster; nur senkten sich die Thiere und breiteten sich in einer Linie auf der dem Boden zugekehrten Partie der Röhre aus. Ein Theil stellte sich genau in den Schatten der Klemme, mit dem die Röhre an einem Stativ befestigt war; ich konnte die Krebse von dort vertreiben, als ich mit einem Spiegel reflectirtes Licht auf diese Stelle fallen liess. Ein ander Mal hatte ich einige, grössten Theils erwachsene *Diaptomus* und *Daphnia* in einer geschlossenen Tube, die mit ihrem obern Ende etwas gegen das Fenster geneigt war: die Thiere blieben am Grunde. Neigte ich das obere Ende aber gegen die Zimmerseite, dann stieg ein Theil der Thiere an der Zimmerseite der Röhre empor, ein Theil blieb unten. Verhüllte ich das untere Ende der Röhre, so blieben die dort befindlichen Krebse an ihrer Stelle; verhüllte ich das obere Ende der noch immer mit dem obern Theil gegen das Zimmer geneigten Röhre, so stiegen die Thiere aus dem verdunkelten Theil herab; nahm ich die Hülle weg, so stiegen sie wieder hinauf.

Aus diesen Versuchen sowie aus den Nachtfängen und der Beobachtung der in dem früher beschriebenen Apparat befindlichen Krebse glaube ich Folgendes in Bezug auf den Heliotropismus schliessen zu dürfen:

Mit zunehmendem Alter der Versuchsthiere werden die Experimente immer weniger exact. Das Maschinelle in der Bewegung der jungen Thiere geht mit zunehmendem Alter immer mehr verloren: die individuellen Variationen werden immer grösser.

Die Wirkung des Lichtreizes wird nicht nur immer schwächer, sondern offenbar auch bei den einzelnen Individuen variabler. Reagirt ein älteres Thier überhaupt auf Lichtreize, dann kann es positiv oder negativ heliotropisch werden, letzteres häufiger und vielleicht auch etwas intensiver. Jedenfalls werden aber mit zunehmendem Alter die heliotropischen Bewegungen in der Richtung der Lichtstrahlen immer reicher an Abzweigungen nach rechts und links, oben und unten. Diese Bemerkungen mögen vorläufig genügen; ich möchte nur noch bemerken, dass auch hier, wie überall, noch verschiedene andere Factoren mitspielen (Geotropismus, Thermotaxis), die nicht unberücksichtigt gelassen werden dürfen.

2) Die Richtung der Progressivbewegung der Thiere ist bestimmt durch die Richtung der Lichtstrahlen.

Da VERWORN (1895 bezw. 1897) und Andere in diesem Punkt eine andere Ansicht vertreten, scheint mir ein näheres Eingehen nothwendig.

Die Wiederholung der LOEB'schen Versuche ergab Folgendes:

Versuch 1. In einem horizontal auf einem Tische liegenden Gefäss, dessen Längsaxe senkrecht gegen die Ebene des Fensters gerichtet wird, wandert das Plankton (hauptsächlich Rotatorien, Bosminen und Copepoden, bezw. deren Jugendformen: Nauplien, Cyclopidstadien) im Allgemeinen in gerader oder nahezu gerader Richtung zur Fensterseite und sammelt sich dort an; eine Orientirung des Körpers in der Weise, dass die Bauchseite der Lichtquelle zugekehrt ist, findet natürlich nicht statt. Dreht man das Glas um 180°, so wiederholt sich der Vorgang.

Versuch 2. In einem mit der Längsaxe parallel zur Ebene des Fensters auf den Tisch gestellten Glas vertheilen sich die Thiere unter normalen Umständen gleichmässig über die obere Vorderseite des Glases: ich sage ausdrücklich: „unter normalen Umständen". Wenn nämlich, wie es bei meinem Arbeitstisch der Fall war, das Licht nicht gleichmässig von allen Seiten des Fensters in das Zimmer eindringen kann, sondern auf der einen Seite, etwa links vom Fenster, sich eine Häuserfront oder eine Hofmauer hinzieht, so werden die Thiere dadurch merklich irritirt und wie in unserm Fall sich nicht gleichmässig an der Fensterseite ansammeln, sondern vorn rechts.

Versuch 3. Lage des Gefässes wie bei Versuch 1. Wird die vordere Seite desselben bedeckt, so wandern die Thiere nach hinten und sammeln sich an der Grenze des bedeckten und unbedeckten Theiles des Reagenzglases.

Versuch 4. Der vordere Theil des Glases wird verdeckt, nur ein schmaler Streifen frei gelassen; die Thiere wandern trotzdem aus dem — nach menschlicher Empfindungsweise — „hellen" in den „dunkeln" Raum, einzig der Richtung der Lichtstrahlen folgend.

Versuch 5. Geht durch den hintern Theil des Glases ein schräg zur Ebene des Fensters auf die Tischplatte fallendes Bündel directen Sonnenlichtes, so gehen die Thiere doch in den dem Fenster zugewendeten Theil, der nur von den Strahlen des diffusen Sonnenlichtes getroffen wird.

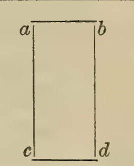
Es wurden weiter Versuche gemacht, welche zeigten, dass auch bei den Thieren des Süsswasserplanktons vorwiegend die stärker brechbaren Strahlen des uns sichtbaren Sonnenspectrums die Orientirung bewirken. Ich verwendete dazu ganz

platte Gefässe, die mit einer blauen Lösung von Kupferoxydammoniak und einer rothen von Kaliumbichromat gefüllt waren. Für die Beistellung derselben bin ich dem Leiter des pflanzen-physiologischen Instituts der Wiener Universität, Herrn Hofrath WIESNER, sehr zu Dank verpflichtet.

Versuch 1. Die positiv heliotropischen Thiere gehen sowohl im rothen wie im blauen Licht zur Fensterseite, und zwar die Bosminen wenigstens in beiden Fällen gleich rasch und exact.

Ausgesprochen negativ heliotropische jüngere Artemien gingen im rothen wie im blauen Licht unter normalen Verhältnissen zur Zimmerseite.

Versuch 2 und die folgenden mussten etwas modificirt werden. Vor ein flaches Gefäss *a b c d* wurde das K.O.Am.-Glas *α β* gesetzt. Die positiv heliotropischen Bosminen eilten sofort zur Fensterseite, die negativ heliotropischen Artemien zur Zimmerseite. Nahm ich nun statt der blauen die rothe Lösung, so gingen die Artemien zur Fensterseite, die Bosminen in der Regel nach der Zimmerseite. Erst wenn ich das Gefäss so verdeckte, dass nur vorn ein Streifen frei blieb, gingen die Artemien nach hinten, die Bosminen gegen das Fenster. LOEB kommt auf Grund seiner Experimente zu dem Resultat, dass „in gemischtem Licht fast allein die stärker brechbaren Strahlen heliotropisch wirksam sind“ und „dass das schwache, von der Wand des Zimmers reflectirte Himmelslicht, das aber blaue Strahlen enthält, wirksamer ist als das durch das rothe Glas gegangene directe Himmelslicht“.



Ich complicirte die Versuche noch weiter, indem ich das Roth- und Blaugefäss, wie ich sie kurz nennen will, neben einander vor den Thieren aufstellte. Da zeigte es sich nun, dass sich positiv heliotropische Thiere entweder vorn auf der blauen oder hinten auf der rothen Seite ansammelten, je nachdem sie sich eben vor dem Versuch auf der linken oder rechten Seite angesammelt hatten.

Da ich bei andern, grössern Thieren solches nicht beobachtete — negative Artemien z. B. sich bei bis auf den vordern Rand verhüllten Gefässen regelmässig am Hinterrand der rothen Seite anzusammeln pflegten, ist anzunehmen, dass zwischen der Grösse der Thiere und der Grösse der Entfernung, innerhalb der sie noch auf heliotropische Reize reagiren, ein gewisses Verhältniss besteht.

Durch Vergrösserung oder Verkleinerung der rothen und blauen Flächen liessen sich die Grenzwerthe zahlenmässig feststellen.

Bei der Nachprüfung der LOEB'schen Versuche kam ich also zu folgendem Resultat: Wenngleich auch, wie man sieht, die Ergebnisse in beiden Fällen im Allgemeinen die gleichen sind, musste ich doch bemerken, dass meinen Versuchsthieren das Maschinenmässige, Exacte in der Ausführung der heliotropischen Bewegungen fehlte. LOEB verwirft die KRIESHABER'sche „parlamentarische Methode", bei der nach den Formeln

$$\frac{n}{2} + 1 \text{ und } \frac{n}{2} - 1$$

über den positiven und negativen Heliotropismus entschieden werden soll, und doch musste ich bemerken, dass bei den Planktonthieren sich i. B. auf die Wirkung heliotropischer Reize nicht nur Art- und Alters-, sondern auch individuelle Unterschiede bemerkbar machten. Ich bemerkte weiter, dass Experimente mit denselben Thieren nur einige Male sehr exact gelangen und bei öfterer Wiederholung ungenauer wurden und dass man bei der Zurückführung der Bewegungen auf ihre Ursachen nicht immer nur an den Heliotropismus denken dürfe, sondern an eine Summe wirkender Factoren, die aber, wenn es sich speciell um Lichtversuche handelt, möglichst eliminirt werden sollten.

Es ist nun methodisch sehr interessant, wie LOEB alles, was er im Anfang ignorirte und wohl auch ignoriren musste, um zu allgemeinen Gesichtspunkten zu gelangen, später wieder aufgriff, wie er als erfahrener Experimentator hauptsächlich auf jene Experimente achtete, die „nicht gingen". Durch Beachtung aller früher vernachlässigten Nebenumstände wird das ganze Problem zwar verwickelter, aber wir kommen der Wahrheit näher.

So sehen wir denn in einer weitern Arbeit von LOEB u. GROOM (1890), dass es den Verfassern gelang, aus positiv heliotropischen Thieren negativ heliotropische zu machen und umgekehrt; es können je nach der Dauer der Einwirkung des Reizes und der Intensität des Lichtes verschieden rasch und deutlich z. B. genügend lange dem Licht ausgesetzte positive Nauplien negativ werden und die negativ gewordenen, genügend lange im Dunkeln gehalten, wieder positiv werden u. s. w. Wir sehen also, dass es ganz falsch ist, von absolut positiv oder absolut negativ heliotropischen Thieren zu sprechen. Die Verff. kommen zu dem Resultat (p. 173), „dass die ganze Erscheinung der periodischen täglichen Tiefenwanderung der Thiere eben nur dadurch möglich ist, dass dieselben erstens heliotropisch sind, d. h. dass sie durch den Lichtstrahl gerichtet werden, und zweitens, dass der Heliotropismus . . . . Abends (im schwachen

Licht) positiv, am Morgen (bei starkem Licht) negativ ist.“ Während, wie wir sehen, die Verff. hier noch glauben, zur Erklärung der täglichen verticalen Wanderung mit dem Lichtreiz allein auszukommen und namentlich dem Einfluss der Wärmedifferenzen nur eine sehr geringe Bedeutung beimessen, zeigt uns Loeb in seiner letzten Arbeit (1893), dass durch Steigerung oder Verminderung der Temperatur geradezu positiv heliotropische Thiere in negativ heliotropische verwandelt werden können und umgekehrt. Ja noch mehr: chemische Reize haben denselben Effect, und bei dem Problem der verticalen Wanderung des Planktons wird man nicht ausschliesslich nur an den Heliotropismus, sondern auch an thermische Ursachen, Geotropismus etc. denken müssen.

Wir hätten so in grossen Umrissen den gegenwärtigen Stand der Frage über die Ursachen der täglichen verticalen Wanderungen des Planktons kennen gelernt, und ich möchte nun die Besprechung einiger weiterer Experimente folgen lassen, die uns vielleicht in der Erkenntniss um ein Weniges weiter bringen werden, hauptsächlich aber spätern Bearbeitern, die hoffentlich unter günstigern Bedingungen werden experimentiren können, als Wegweiser dienen mögen.

Es gilt zunächst, da wir uns im Allgemeinen über Heliotropismus orientirt haben, uns auch über die Thermotaxis der Planktonwesen zu orientiren und sodann die Frage zu beantworten: Was geschieht, wenn ich Wärme- und Lichtreize in den möglichen Variationen combinire?

Versuch 1. Während der kalten Jahreszeit frisch gesammeltes Plankton wird in ein Reagensglas gegeben. Die Temperatur des Wassers, in dem sich das Plankton befindet, beträgt 13,5°. Nun wird das Gläschen vollkommen mit schwarzem Zeug umhüllt und auf die eine Seite ca. 60gradiges Wasser und auf die andere 9gradiges Wasserleitungswasser geschüttet. Nach Aufheben der Hülle finden wir das Plankton auf der warmen Seite: es ist also positiv thermotaktisch. Der Versuch und, so gut es ging, die meisten der folgenden wurden wiederholt und zwar entsprechend modificirt, es wurde z. B. nun die früher abgekühlte Stelle erwärmt etc. Der Erfolg war der gleiche.

Versuch 2. Der Versuch wurde wiederholt, ohne dass das Glas vorher verhüllt wurde: der grösste Theil des Planktons blieb auf der negativ heliotropischen Seite im Warmen.

Versuch 3 und 4 bedeuten eine Wiederholung von 1 und 2 aber in der warmen Jahreszeit (am 8./6. 99).

Versuch 3. Da ich nun in einer Dunkelkammer arbeiten konnte, fiel die Umhüllung des Gläschens natürlich fort. Ich steckte die horizontal gestellte Tube mit dem Plankton (hauptsächlich aus Bosminen, Rotatorien und Copepoden bestehend) an dem einen Ende in Eis, das andere Ende wurde mit heissem Wasser übergossen: die Thiere sammelten sich im Kalten, namentlich die *Cyclops*, die übrigen nicht ganz ausgeprochen.

Versuch 4. Bei ca. 17° positiv heliotropisches Plankton blieb positiv, als es in eine Kältemischung gestellt wurde, bis zur Kältestarre.

Es scheint aus diesen Versuchen hervorzugehen, dass die Jahreszeit für den Erfolg des Experiments nicht ohne Einfluss ist. Man könnte ganz allgemein sagen: die Thiere suchen im Winter die wärmern Wasserschichten auf und meiden sie im Sommer; sie sind im Winter positiv, im Sommer negativ thermotaktisch. In der Natur sind nun in der Regel kältere Orte auch minder belichtet, weil die Sonnenstrahlen eben nicht nur Licht, sondern auch Wärme spenden; darum gehen gewöhnlich positiver Heliotropismus mit positivem Thermotropismus und negativer Heliotropismus mit negativem Thermotropismus Hand in Hand. Der Experimentator kann aber positiven Heliotropismus mit negativem Thermotropismus und negativen Heliotropismus mit positivem Thermotropismus zu combiniren versuchen. In dem Versuch nun mit negativ heliotropischen und negativ thermotropischen Artemien, der ähnlich wie Versuch 2 ausgeführt wurde, hielten sich der Licht- und Wärmereiz offenbar das Gleichgewicht: die Thiere gingen in die Mitte des Gefässes, während nach den Untersuchungen Loeb's die negativ heliotropischen Thiere durch Temperaturerhöhung noch intensiver negativ heliotropisch hätten werden sollen. Es war also hier der offenbar stärkere thermische Reiz ausschlaggebend.

Wie bei jedem Reiz giebt es auch bei den thermischen ein Optimum. Dies zu ermitteln, wurde folgender Versuch gemacht: Eine weite Glasröhre wurde mit Wasser und Plankton vollgefüllt, an jedem Ende mit einem Kork verschlossen, in dem sich ein Thermometer befand, und nun das Rohr horizontal und parallel zum Fenster gestellt, um die Lichtwirkung zu eliminiren, was allerdings bei der früher erwähnten ungleichmässigen Belichtung sehr schwer war; eine Dunkelkammer stand mir damals nicht zur Verfügung. Das Plankton befand sich auf der etwas dunklern und kühlern linken Seite. Wurde nun auf der rechten Seite mit Eisstücken abgekühlt, so entstand zunächst

in der Röhre eine Strömung, von welcher ein Bestandtheil des Planktons, nämlich die *Clathrocystis*, ergriffen wurde, während die Strömung die übrigen Organismen in ihrer freien Bewegung nicht im Geringsten zu beeinträchtigen schien. In der That glaubt ja STRODTMANN (1895), dass die nächtliche Wanderung auch eine passive, durch die Temperaturschwankungen bedingte sei. Die Beobachtungen mit dem Apparat in der Nacht ergaben aber für diese Ansicht keinerlei Anhaltspunkte, und da die Temperaturerniedrigung in unserm Versuch durch Auflegen von Eis entschieden forcirt wird und der Natur nicht entspricht, werden wir wohl dem ins Wasser versenkten Apparat mehr Vertrauen schenken dürfen. Jeden Falls zeigte sich hier aber auch zugleich, dass die Wanderung der Planktonthiere eine active ist, da diese Organismen trotz der verhältnissmässig grossen Strömung in keiner Weise irritirt wurden.

Ich kühlte nun rechts bis auf 18,5 ^{0} ab, die Temperatur sank auf der andern Seite um $^1/_2$ ^{0} — das Plankton blieb unbeweglich links. Erst wenn ich links auf 26—27 ^{0} R erwärmte, schwammen zunächst die *Cyclops* nach rechts ab; dasselbe Resultat erzielte ich bei einem 3. Versuch, während beim 2. die Thiere sich bei 26 ^{0} geradezu an der mit heissem Wasser erwärmten Stelle ansammelten und erst bei 29—30 ^{0} R zu vertreiben waren.

Bei einem weitern Versuch endlich liessen sich die Thiere sogar einfrieren, um allerdings, wie es schien, später wieder zum Theil zu kurzem Leben zu erwachen (eine Libelluliden-Larve hauptsächlich), ohne dass es mir möglich gewesen wäre, sie zur wärmern Seite zu bringen; diese Versuche wurden Anfang September ausgeführt.

Es ergiebt sich, dass ungefähr bei 26 ^{0} R die kritische Temperatur erreicht ist, wo positiv thermotropisches Plankton negativ wird. Art- und Altersunterschiede dürften es unmöglich machen, eine genaue Zahl für diese Gruppe von Organismen, die wir als „Plankton“ zusammenfassen, anzugeben. Es wäre jeden Falls interessant, festzustellen, ob das Temperaturoptimum bei verschiedenen thermotropischen Thieren gleich oder ungleich ist und ob sich dann diese verschieden hohen Zahlen nicht nach gewissen (phyletischen, geographischen?) Gesichtspunkten ordnen liessen.

Es war nun noch der Temperaturgrad annähernd festzustellen, bei dem positiv heliotropisches Plankton negativ heliotropisch wird. Als Versuchsthiere wurden Bosminen verwendet, die an jenem Tage (6./6. 99) gerade in grosser Menge zur Verfügung standen. Die Thiere wurden in ein Reagensgläschen gegeben, das wieder in schräger Stel-

lung in einem Wassergefäss stand, so dass sein unteres Ende der Fensterseite zugewendet war. Die Erhöhung der Temperatur im Reagensgläschen wurde durch Zuschütten immer heissern Wassers in das Wassergefäss bewirkt. Der Verlauf des Versuchs war folgender:

Mittag	Temp. d. Wassers	
12h 20	17° R	alle Bosminen positiv heliotropisch
12h 25	20,5° R	„ „ „ „
12h 29	24° R	einige Bosminen negativ „
12h 35	26° R	fast alle „ „ „
	(Nun wird die Temperatur vermindert)	
12h 56	23° R	schon ziemlich viele positiv
1h 37	17° R	noch mehrere positiv, doch immerhin noch genügend viele negativ.

Wir sehen also, dass bei 24° R die ersten positiven Thiere negativ wurden und bei 26° R die Umwandlung fast vollendet war. Bei spätern Untersuchungen wäre aber auch auf die Intensität des Lichts Rücksicht zu nehmen, die hier ignorirt werden musste. Die „kritische Temperatur“ wird offenbar bei verschiedener Lichtintensität auch verschieden sein. Auch wissen wir noch nicht, ob und wie lange eine durch Temperaturveränderung bedingte Aenderung in der Reaction auf Lichtreize im Thierkörper „nachwirkt“. Theoretisch hätten ja am Ende des Versuchs bei 17° R ebenso viele Bosminen positiv heliotropisch sein müssen wie bei Beginn des Versuchs, wo die Wassertemperatur ebenfalls 17° R betrug.

Als weitere Mitursache der verticalen täglichen Wanderung haben wir jene Form des Barotropismus anzusehen, die als Geotropismus allgemein bekannt ist, also „die Erscheinung, dass sich gewisse Organismen mit ihrer Medianaxe in ganz bestimmter Richtung zum Erdmittelpunkte einstellen und bewegen“ (Verworn).

Loeb selbst beobachtete negativen Geotropismus bei den Larven von *Loligo* und schreibt ihm nun auch bei der verticalen Wanderung eine gewisse Rolle zu — und das gewiss mit Recht. Alte *Diaptomus* sind entschieden positiv geotropisch. Dagegen orientirten sich Rotatorien in einer Dunkelkammer in keiner Weise geotropisch; es wäre aber sehr voreilig, ihnen Geotropismus abzusprechen. Da die Thiere im Wasser annähernd gleichmässig vertheilt waren, können wir nur sagen, dass, falls bei ihnen überhaupt barotropische Reize wirken, je nach Alter und individueller Variation unter den Versuchsthieren alle Uebergänge von positivem zu negativem Geotropismus zu finden waren. Auf der Centrifugalscheibe dürften sich für diese Thiere vielleicht ähnliche Resulte ergeben, wie sie Jensen (1892) für Infusorien angiebt.

Nun mag kurz der Chemotropismus mit seinen Abarten in seiner Beziehung zur Wanderung des Planktons zur Sprache kommen.

In letzter Linie ist jede Art der Nahrungsaufnahme nur eine Folge des positiven Chemotropismus, den STAHL (1884) in dieser Form als „Trophotropismus“ (= Trophotaxis) bezeichnet hat.

Nun neigen neuere Forscher, die sich mit der Erforschung der Lebensgewohnheiten mariner Planktonwesen befassen, immer mehr der Ansicht zu, dass nicht Temperatur [wie CHUN[1]) annahm] und andere Factoren, sondern hauptsächlich das wechselnde Vorkommen der Planktonalgen mit dem Wechsel des localen und zeitlichen Auftretens der Planktonthiere in directen Zusammenhang zu bringen sind.

Man könnte demnach auch daran denken, dass die verticale Wanderung der Planktonthiere zum Theil wenigstens eine Folge der Wanderung des Phytoplanktons sei. Wir müssen diese Eventualität im Auge behalten und jeden Falls noch weitere Arbeiten über die Wanderung des Phytoplanktons abwarten.

Schliesslich ist nicht zu vergessen, dass der Gehalt an Luft (namentlich Sauerstoff) und die chemische Zusammensetzung des Wassers an der Oberfläche und in der Tiefe nicht dieselbe ist. Wenngleich es sich hier nur um geringe Unterschiede handelt, müssen wir andererseits auch in Rechnung ziehen, dass die niedern Thiere, wie wir noch später weiter ausführen wollen, offenbar auf ganz ungeahnt kleine Reizdifferenzen noch zu reagiren vermögen.

Auf die Bedeutung des ersten Punktes für den Experimentator (Luftgehalt des Wassers) hat LOEB selbst einmal (1893, p. 89) hingewiesen; der zweite (Verschiedenheit in der chemischen Zusammensetzung) kommt wohl hauptsächlich nur für das marine Plankton in Betracht. Ich wurde darauf zufällig aufmerksam, als ich den Auftrag bekam, in unserm Aquarium in ein Becken, das Artemien in Salinenwasser enthielt, gewöhnliches Seewasser zu giessen. Die Artemien waren an der Zimmerseite, also ausgesprochen negativ heliotropisch und wurden beim Zugiessen des frischen Wassers sofort positiv. LOEB hatte dieses interessante Phänomen schon früher an *Polygordius*-Larven und marinen Copepoden beobachtet und setzt, nach schriftlicher Mittheilung, diese Versuche noch weiter fort.

Wir haben nun eine Summe von Factoren kennen gelernt, mit denen man rechnen muss, wenn man an die Lösung der Frage über die verticale Wanderung herantritt, und ich muss nun im Anschluss an

1) Vgl. LOHMANN, 1890, p. 11 des Sep.

die Versuche über Heliotropismus noch einige Versuche erwähnen, die sich nur schwer in die früher angeführte Versuchsreihe einordnen liessen.

Ich entnahm dem Sammelglas mittels einer Glasröhre eine Quantität Plankton (hauptsächlich Asplanchnen und Bosminen) und setzte diese in ein Uhrschälchen; alsbald gingen die Rotatorien an die Fenster-, die Bosminen an die Zimmerseite; das ist bei unserer gegenwärtigen Kenntniss von der Umwandlung des Heliotropismus der positiv bzw. negativ heliotropischen Thiere nichts Auffälliges. Ich versetzte die Thiere nun aber sofort in ein Reagensglas, und darin zeigten sich alle ohne Ausnahme positiv heliotropisch. Als ich die Lichtseite verdeckte, eilten alle Thiere, auch die darunter befindlichen Nauplien, an die Grenze des verdeckten Theiles, als ich die Hülle wegnahm, eilte alles zur Fensterseite, bei der die Bosminen, als die besten Schwimmer, zuerst ankamen.

Ich verwendete nun statt des geschlossenen Reagensglases eine flache, viereckige Glasschale und setzte Plankton hinein, das kurz vorher in einem Uhrschälchen wieder sich in zwei Lager geschieden hatte. Im viereckigen Schälchen sammelte sich sofort alles an der positiven Seite. Durch Verdunklung der positiven Seite konnte ich die Thiere in ihrer Gesammtheit nach hinten treiben — kurzum, sie verhielten sich alle gleich positiv heliotropisch. Nun stellte ich unter das Schälchen einen Concavspiegel so, dass die hintere, negative Seite beleuchtet wurde und alsbald gelang es mir, auf diese Weise einen Theil der Thiere anzulocken, und ich bekam wieder jene zwei Lager, wie ich sie oft in den Uhrschälchen beobachtet hatte.

Bei einem weitern Versuch setzte ich Bosminen in ein Reagensgläschen; beim Verschliessen blieb darin eine Luftblase zurück. Ich stellte das Gläschen schief auf die Tischplatte, so dass der untere Theil dem Fenster näher war; dort sammelten sich die Bosminen an (sie waren also positiv heliotropisch). Nun drehte ich das Gläschen um, dass der Stöpsel nach unten hinten kam, die Luftblase aber oben hinten stand. Die Bosminen gingen nach oben vorn. Nun neigte ich das Gläschen nach hinten. Die Bosminen gingen nicht, wie man erwarten sollte, nach unten, sondern blieben oben bei der Luftblase. Ich drehte das Gläschen nun um, dass der Stöpsel zu oberst kam, die Bosminen blieben bei der Luftblase. Um sie zu vertreiben, musste ich erst eine Hülle über den obern Theil geben. Die Bosminen schwammen nach abwärts und blieben nicht etwa an der Grenze des verdeckten Theiles stehen, sondern wanderten bis hinab. Als ich die

Hülle fortnahm, waren sie nach einiger Zeit wieder bei der Luftblase, die sie erst verliessen, als ich das Gläschen weit nach vorn neigte, nun erst zeigten sie sich wieder regulär positiv heliotropisch.

Die Versuche wurden nun so modificirt, dass ich das Gläschen parallel zum Fenster auf die Tischplatte legte.

Da das Licht etwas schief einfiel, sammelten sich die Thiere an der linken Seite, legte ich das Gläschen mehr senkrecht zu den einfallenden Strahlen, so löste sich der Knäuel in eine gerade Linie auf, die aber noch nicht in den Bereich der Luftblase kam. Nun verhüllte ich die linke Seite. Die Bosminen sammelten sich zunächst an der Grenze an, doch schon nach wenigen Secunden verliessen sie diese Stelle und eilten zur Luftblase.

Die Uhrschälchenversuche konnten im Juni 1899 während meines Urlaubs wiederholt werden. Frisch eingesammelte Rotatorien und Bosminen wurden in ein Uhrschälchen gegeben; zunächst gingen alle Thiere nach dem Fenster; doch schon nach 1—2 Minuten machten die ersten Bosminen kehrt, als hätten sie sich eines Bessern besonnen, eilten zur Zimmerseite, während die Rotatorien mit sehr wenigen Ausnahmen an der Fensterseite blieben.

So weit ich unter den schwierigen Verhältnissen, unter denen ich arbeitete, entscheiden konnte, scheinen der positiven Seite des Sammelglases entnommene Bosminen im Uhrschälchen energisch zur Fensterseite und sodann langsam zur Zimmerseite zu schwimmen; der negativen Seite, also von der hintern Partie des Bodens dem Sammelglas entnommene, demnach negativ heliotropische Bosminen im Uhrschälchen weniger energisch zur Fensterseite, dafür um so rascher zur Zimmerseite zu eilen.

Es fragt sich nun, wie haben wir dieses sonderbare Verhalten der Bosminen zu erklären?

Wir sehen in allen Fällen, dass es sich um concave oder convexe Flächen handelt, denen die Bosminen zueilen, und zwar sind es nicht etwa chemische Reize, wie man bei den Versuchen mit der Luftblase annehmen könnte, sondern wohl ausschliesslich Lichtreize, welche die Thiere zur Bewegung veranlassen. Ich erinnere mich, von Herrn Dr. S. Prowázek darauf aufmerksam gemacht, im 2. Wiener zoolog. Institut in einem cubischen Aquarium Ostracoden gesehen zu haben, die sich ausschliesslich an der concaven Seite der Kanten angesammelt hatten. Wir dachten natürlich zunächst an Contactreizbarkeit; aber bei der Kleinheit der Thiere und der Rundung der Kante des gläsernen Aquariums kann doch wohl von einer Neigung, „die Körperoberfläche

möglichst allseitig an andere feste Körper anzuschmiegen“ nicht die Rede sein; dazu hätten die Thiere am Grunde des Aquariums im Blätterwerk und zwischen Steinen die beste Gelegenheit. Vielmehr dürfte es sich hier wie bei den Bosminen um einen eigenthümlichen Reiz der reflektirten Lichtstrahlen handeln, der stärker wirkt als der der nichtreflectirten und positiv heliotropische Thiere veranlasst, unter gewissen Umständen sogar von der Fenster- zur Zimmerseite zu gehen.

Die am Schlusse angeführten Versuche könnten in folgender Weise gedeutet werden:

Ich hebe nochmals hervor, dass es ganz den Eindruck machte, als würden sich die Bosminen, nachdem sie zum Fenster gewandert, eines Besseren besinnen. Nach der heute geltenden Theorie über die Entstehung heliotropischer Bewegungen müssten die ins Uhrschälchen gesetzten Thiere, falls sie überhaupt in der Verfassung sind, prompt auf Lichtreize zu reagiren (und das waren meine Versuchsthiere), unvermittelt die definitive Wegrichtung einschlagen, da schon die Lichtintensitätsdifferenz ihrer eigenen Körperlänge sie dazu veranlassen müsste. Es wäre also ganz unnöthig, dass die Thiere zuerst sich auf kurze Zeit von ihrem Ziele entfernen, um dann erst später diesem zuzuschwimmen.

Wir können nur annehmen, dass die Erschütterung beim Ueberführen in das Uhrschälchen die Bewegungsrichtung der jeden Falls sehr reizempfindlichen Thiere auf kurze Zeit beeinflusste. Aehnliches erwähnt LOEB (1893, p. 96) bei Copepoden, die frisch gefangen, positiv heliotropisch waren, aber sehr bald der Mehrzahl nach negativ heliotropisch wurden. „Erschütterunng machte sie vorübergehend positiv heliotropisch“ [1]).

Wie kommen nun heliotropische Bewegungen zu Stande? Früher sprach man allgemein von „hellliebenden“ und „dunkelliebenden“, „roth- oder blauliebenden“ Thieren. Heute wissen wir, dass zur Auslösung einer Fortbewegung durch einen Reiz, sei es nun ein Licht-, Wärme- oder elektrischer Reiz, zunächst lebendes Protoplasma nothwendig ist, das auf solche Reize reagirt, und zweitens, dass die Reize an verschiedenen Stellen des Körpers verschieden sein müssen. Diese Reizdifferenzen sind freilich verschwindend klein. Aber wir müssen

1) Hierher wären wohl auch die neuesten Versuche von E. TOWLE (1900) über den Heliotropismus von *Cypridopsis* zu rechnen.

annehmen, dass bei niedern Thieren, bei denen die Differenzirung der nervösen Substanz in einzelne Sinnesorgane noch nicht so weit vorgeschritten ist und die Sinnesorgane, wenn überhaupt vorhanden, in ihrer Leistung trotz ihres oft sehr complicirt erscheinenden histologischen Baues noch auf einer tiefen Stufe stehen, dass bei solchen Thieren das gesammte Protoplasma, namentlich wo es die Aussenwelt berührt, für Reize jedweder Art um so empfindlicher ist. Diesen „Allgemeinsinn“, wie man ihn nennen könnte, haben die höhern Thiere fast vollständig eingebüsst. Die Reactionsenergie des Plasmas mag potentiell in den niedersten und höchsten Thieren gleich sein; nur ist bei den niedersten Thierformen das Plasma gleichmässig reizbar, während sich bei den höhern Formen die Reizbarkeit in gewissen Bezirken stärker differenzirt und wohl auch gesteigert hat (Sinnesorgane), um sich dafür in andern abzuschwächen.

Von diesem Gesichtspunkte aus wird es uns nicht gar so verwunderlich erscheinen, dass z. B. Infusorien, ja noch kleinere Lebewesen den Intensitätsunterschied an den beiden Körperenden z. B. noch wahrnehmen und darauf reagiren.

Diese Differenzen bedingen eine Verschiedenheit in den Lebensprocessen des Protoplasmas und ähnlich wie beim einseitigen Wachsthum heliotropischer Pflanzen mag auch hier bei seitlicher Belichtung zunächst eine Drehung des Körpers und bei beweglichen Thieren sodann eine Fortbewegung desselben in der Reizrichtung die letzte Folge eben dieses Reizes sein.

Loeb sagt darüber folgendes: „Wenn Licht auf die eine Seite eines positiv heliotropischen Thieres fällt, so findet eine Zunahme in der Spannung derjenigen Muskeln statt, welche den Kopf zur Lichtquelle drehen, während beim negativ heliotropischen Thier unter dem Einfluss einseitiger Beleuchtung eine Abnahme der Spannung derselben Muskeln eintritt. Die Folge ist, dass die negativ heliotropischen Thiere sich von der Lichtquelle fortbewegen werden“. Ich glaube, dass wir uns nicht so specificirt ausdrücken dürfen, da es doch heliotropische Organismen giebt, die weder Kopf noch Muskeln besitzen. Wir könnten da zunächst nur ganz allgemein von einer verschiedenen „Spannung“ der Plasmatheilchen sprechen. Bei höher differenzirten Thieren aber werden es wohl nicht die Muskeln als solche, sondern es wird das Nervensystem sein, dessen Protoplasma zunächst und am nachhaltigsten von diesen äussern Reizen getroffen wird.

Die Orientirung des Körpers zur Reizquelle, worauf man Gewicht legt, scheint mir weniger von Bedeutung, da gewisse Wasserthiere

wegen der Schwerpunktverhältnisse ihres Körpers diesen nicht beliebig orientiren können. Die Art der Fortbewegung bringt es weiter in manchen Fällen auch mit sich, dass die von der Theorie geforderte gerade Richtung nicht eingehalten werden kann; so bewegen sich Rotatorien immer in Spiralen zur Lichtquelle. Dadurch wechseln aber immer jene Stellen des Protoplasmas, die am meisten gereizt werden. Wie schnell müssen die eben erwähnten im Protoplasma oder in Protoplasmatheilen des Thieres vielleicht nur sich abspielenden Processe verlaufen, da sich trotz dieser Rotationen des Körpers das Thier doch der Reizquelle nähert oder sich von ihr continuirlich entfernt!

Bezüglich der von LOEB verfochtenen Anschauung, dass die Bewegung heliotropischer Thiere immer nur in der Richtung der Lichtstrahlen erfolgt, auch wenn positiv heliotropische Thiere dabei aus dem „Hellen" ins „Dunkle" kommen sollten, haben wir schon früher bemerkt, dass VERWORN anderer Meinung ist. Er sagt darüber wörtlich: „Nach unserer ganzen bisherigen Betrachtung und nach Analogie mit den bewegungsrichtenden Wirkungen der andern Reize liegt es auf der Hand, dass nur die Differenz in der Belichtung an verschiedenen Körperstellen eine bewegungsrichtende Wirkung hervorbringen kann, denn wo der Reiz von allen Seiten in gleicher Intensität auf die Körperoberfläche einwirkt, da fällt der Grund für eine bestimmte Axeneinstellung fort, wie das am deutlichsten bei der allseitigen Einwirkung chemischer Reize zu beobachten ist. Obwohl diese Ueberlegung ohne Weiteres einleuchtet, haben dennoch einzelne Forscher, wie SACHS und LOEB, geglaubt, nicht sowohl die Intensitätsdifferenzen als vielmehr die Richtung der Lichtstrahlen für das Zustandekommen der heliotropischen Erscheinungen verantwortlich machen zu sollen. Es ist schwer, sich davon eine Vorstellung zu machen, denn da eine Axenrichtung nur möglich ist, wo Differenzen an zwei verschiedenen Punkten der Körperoberfläche bestehen, so bleibt es völlig mystisch, wie die Richtung der Strahlen, die an allen Punkten des Körpers dieselbe ist, eine solche Wirkung hervorrufen könnte. In der Natur freilich fällt unter gewöhnlichen Bedingungen die Intensitätsabnahme mit der Richtung der Strahlen zusammen, und in Folge dessen sehen wir immer die heliotropischen Bewegungen innerhalb der Richtung der Lichtstrahlen erfolgen. Allein experimentell lässt sich doch der Intensitätsabfall von der Fortpflanzungsrichtung der Lichtstrahlen in gewisser Weise trennen. . . . OLTMANNS stellte sich aus 2 Glasplatten, die unter einem spitzen Winkel von 2° zu einander geneigt waren, einen Keil her, indem er den Raum zwischen beiden

Platten mit einer von Tusche getrübten Gelatineschicht füllte. Diese Keilplatten liessen an ihrem dünnen Ende nahezu alles Licht hindurch, während sie an ihrem dicken Ende, wo die Tuschegelatineschicht am dunkelsten war, sehr viel Licht absorbirten. Fällt daher das Licht senkrecht zur Fläche der Keilplatten auf diese auf, so liegt für die in einem dunklen Kästchen dahinter befindlichen Objecte der grösste Intensitätsabfall senkrecht zur Einfallsrichtung der Lichtstrahlen. Mittels dieser Platten lässt sich dann in der That bei Anwendung geeigneter Lichtstärken experimentell beweisen, dass es nicht die Richtung, sondern lediglich die Intensitätsdifferenz an verschiedenen Stellen der Körperoberfläche ist, welche die heliotropischen Erscheinungen erzeugt, wie das von vornherein bei einfacher Ueberlegung nicht anders zu erwarten ist.“ Das OLTMANNS'sche Experiment wurde kürzlich von DAVENPORT u. CANNON (1897) in der Weise modificirt, dass der Keil mit der Gelatineschicht horizontal gestellt wurde, die verdunkelte Seite der Lichtquelle zugewendet; als solche diente eine Lampe, deren Strahlen demnach einen verschieden langen Weg zu den einzelnen Punkten des Keiles und des darunter gestellten Gefässes mit Daphnien zurückzulegen hatten. Die Daphnien bewegten sich nun im Gefäss in der Richtung der einfallenden Lichtstrahlen, trotzdem die Versuchsanordnung so getroffen war, dass die Thiere von dem Ort höherer zum Ort niederer Beleuchtungsintensität schwimmen mussten.

Ich glaube, dass es nöthig gewesen wäre, die undurchsichtige Stelle des Keiles gegen die Lampe zu noch zu erweitern; dann wären die Daphnien gewiss nicht bis ans Ende geschwommen, sondern hätten bei einem bestimmten Minimum der Intensität Halt gemacht. Anderseits hätten bei der OLTMANNS'schen Anordnung des Versuches, wenn Daphnien als Versuchsthiere verwendet worden wären, diese jeden Falls zunächst aus der Finsterniss sich zu jener Stelle begeben müssen, wo das Licht stark genug ist, um ihr Plasma zu reizen; mit andern Worten: auch bei heliotropischen Erscheinungen haben wir eine R e i z s c h w e l l e wie bei jedem andern Reiz. Hat einmal das Licht den für das betreffende Object nothwendigen Intensitätsgrad erreicht, dann mag allerdings die Bewegung des Thieres in den meisten Fällen wenigstens in der Richtung des einfallenden Strahles erfolgen. Die Untersuchungen an *Bosmina* zeigen aber gerade wieder, wie scharf die Thiere verschiedene Lichtintensitäten zu unterscheiden vermögen. Ueberdies hat ja LOEB in letzter Zeit selbst „unterschiedsempfindliche“ Thiere aufgefunden (*Planaria*, *Serpula*), die also auf Aenderungen in der Intensität des Lichtes reagiren. Jeden Falls sind die bisherigen Experi-

mente zur Entscheidung dieser Frage noch viel zu roh. Es ist nicht möglich, die Intensität des Lichtes zahlenmässig nach Art der Temperaturgrade anzugeben. Loeb hat bei seinen Experimenten immer nur die unvermittelten Extreme: Hell und Finster im Auge gehabt. Eine noch verbesserte Oltmanns-Davenport-Cannon'sche Methode wird uns bei der Auffindung der Reizschwelle von grossem Vortheil sein.

Zusammenfassung.

Wir haben gesehen, dass kaum einmal eine Art von Reizen allein auf den Organismus einwirkt, sondern immer zugleich eine Summe verschiedenartiger, einige sich verstärkend, andere sich aufhebend; so ist denn auch anzunehmen, dass das Protoplasma bei der Aeusserung des positiven Heliotropismus im Verein mit positivem Thermotropismus in gleicher Weise beeinflusst wurde. Die tropische Bewegung des Thieres ist dann als die Resultirende einer Summe von Kräften aufzufassen, die sich gegenseitig verstärkten oder theilweise auch aufhoben.

Wie kommt es nun aber, dass positiver Heliotropismus mit positiver Thermotaxis und negativem Geotropismus gepaart sind? Es ist klar, dass sie alle im Verein mit noch andern, uns weniger gut oder ganz unbekannten Kräften den jungen, eben dem Ei entschlüpften Organismen wie unsichtbare Wärter am Gängelband führen — der Sonne, dem Licht, der Wärme, der Nahrung zu. In den obern Schichten des Wassers, inmitten der üppigen Algenwiesen, muss in beschleunigtem Stoffwechsel der Organismus gedeihen. Meint es die Sonne einmal zu gut, hat für den betreffenden Organismus einer der Reize das „Optimum" überschritten oder der Reiz zu lange angedauert, dann sucht das Thier tiefere, kühlere, dunklere Wasserschichten auf — erst vielleicht nur kurze Zeit. Doch mit zunehmendem Alter werden diese Stellen immer häufiger besucht, der „Reiztonus" ist ein anderer geworden; das Thier, einst ein fast ausschliesslicher Bewohner der obern Wasserschichten mit fast dauerndem positiven Heliotropismus, ist negativ heliotropisch und thermotaktisch, positiv geotropisch, ja vielleicht positiv barotropisch und stereotropisch geworden, um schliesslich, von seinen unsichtbaren Lenkern im Stich gelassen, gegen viele Reize fast völlig indifferent zu werden; das Plasma hat seine Reizbarkeit eingebüsst — es steht vor dem Verfall. Nur in den Geschlechtszellen ist noch alle Energie aufgespeichert, im Samen wie im Ei, und hat das Junge die Eischale gesprengt, dann beginnt der Cyclus von neuem.

Wir haben gesehen, dass es möglich ist, positiv heliotropische Thiere zu negativ heliotropischen zu machen und umgekehrt und das mit Hülfe der verschiedensten Mittel: zunächst durch verschiedene Intensität und Dauer der Einwirkung des Lichtes selbst, durch Temperaturerhöhung bezw. -erniedrigung, durch chemische Reize und schliesslich auch durch mechanische, und über den Einfluss elektrischer Reize liegen noch gar keine Experimente vor.

Und auf all diese verschiedenen Reize antwortet das heliotropische Thier immer nur in einer Weise: *durch positiv oder negativ heliotropische Bewegungen*, just so, wie die Amöbe immer nur mit Einziehen ihrer Plasmafortsätze, Noctiluken und Ceratien mit einer Lichtentwicklung antworten. Erinnern diese Vorgänge nicht an J. Müller's grosse Entdeckung der specifischen Energie der Sinnessubstanzen?

Und in welcher Weise erfolgt die Umänderung des Heliotropismus? Aus Loeb's Experimenten ergiebt sich vorläufig Folgendes:

Temperaturerhöhung oder Concentrationsherabsetzung	macht	—	Thiere noch mehr	—
	„	+	„	—
Temperaturerniedrigung od. Concentrationserhöhung	„	—	„	+
	„	+	„	noch mehr + [1])

Jensen sagt, der Geotropismus müsse allgemein als eine Lebenserscheinung aufgefasst werden, welche sich *im Sinne der Erhaltung der Art ausgebildet hat*. Wir können wohl behaupten, dass *alle Tropismen diesem Endzweck ihre Entstehung verdanken*, bezw. dass sich das Plasma durch Selection in dieser Weise ausgebildet hat.

Steigt die Temperatur über das Optimum, dann wird der dadurch hervorgerufene oder verstärkte negative Heliotropismus die Abwärtswanderung des Planktons nur noch beschleunigen; dieselbe Wirkung hat bei Salzwasserbewohnern eine Herabsetzung der Concentration des Seewassers, wie sie bei anhaltenden Regengüssen oft genug zu beobachten ist. Die hohe, arterhaltende Bedeutung dieser Bewegung tritt besonders deutlich hervor, wenn wir der festsitzenden, marinen Strandfauna gedenken, die oft durch einen starken Regen auf lange Zeit vernichtet wird.

Noch auf einen Punkt mag kurz hingewiesen sein. Alle beobachteten Erscheinungen zeichnen sich durch einen gewissen *Rhythmus* aus: Bei jedem einzelnen Reiz finden wir eine Reizschwelle, der

1) Die S. 78 und 81 mitgetheilten Beobachtungen an *Artemia* lassen weitere Untersuchungen wünschenswerth erscheinen.

Reiz steigt an zum Optimum, und das Verhalten des Thieres selbst macht nöthigen Falls durch Entfernung von der Reizquelle dem Reiz selbst ein Ende; wir haben das wechselnde Spiel des positiven und negativen Tropismus kennen gelernt, ja, wir haben nicht nur bei dem Reiz als solchen, sondern bei dem einzelnen Individuum mit zunehmendem Alter einen Rhythmus constatiren können: ein Maximum der Reizbarkeit in der Jugend, ein Minimum im Alter, und wiederum eine Aufspeicherung der Reizbarkeit in den Keimzellen der Alten.

Und eben diese rhythmischen Erscheinungen finden wir wieder, wenn wir, die Experimente beschliessend, mit den durch sie gewonnenen Erfahrungen die verticale tägliche und auch jährliche Wanderung des Planktons studiren.

Sehen wir zunächst, welche Ergebnisse bei allen Nachtfängen gleich waren:

Wir fanden bei allen, dass thatsächlich eine Wanderung des thierischen Planktons stattfindet. Wir haben weiter überall auf den Curventafeln einen sehr regelmässigen Verlauf der Curven beobachten können, was dafür zu sprechen scheint, dass die angewendete Zählmethode in diesem Fall doch wenigstens uns nicht im Stiche liess und so ganz werthlos ist, wie viele meinen; wären die gefundenen Zahlen auch nicht annähernd richtig, dann hätten wir doch statt der Curven ein wirres Zickzack von Linien bekommen müssen. Nur der Octoberfang macht diesbezüglich eine kleine Ausnahme. Diese lässt sich aber, ganz abgesehen von dem durch die vorgerückte Jahreszeit bedingten Mangel an der nöthigen Menge von Organismen, durch die wechselnden Lichtintensitätsverhältnisse dieser Mondnacht befriedigend erklären.

Wir sehen weiter, dass durchgehends die Oberflächennachtfänge qualitativ reicher waren als die Tagfänge, dass eine Anzahl von Thierformen (*Diaptomus*, erwachsene *Cyclops*, *Bosmina* u. a. Cladoceren) constant, sowohl bei Neumond wie bei Vollmond, an der Oberfläche des Wassers während der Nachtstunden in grösserer Anzahl erscheint.

Der Fang vom 19. zum 20./8. 98 bildet für Rotatorien und Nauplien in so fern eine Ausnahme, als beide eine ganz auffallende Tiefenwanderung während der Nachtstunden erkennen lassen. So befremdend dieses Ergebniss auch ist, könnte es doch erklärt werden. Wir haben die Rotatorien hier immer ganz allgemein, ohne auf Art und Alter Rücksicht zu nehmen, gezählt und müssen nun weiter daran erinnern, wie genau die Planktonwesen auf Reize reagiren und dass wir immer

an eine Summe von Reizen zu denken haben, die, verschieden stark, auf die Thiere einwirken und als Resultirende eine Aufwärts- oder Abwärtswanderung ergeben. Schliesslich haben wir ja gesehen, dass gleiche Reize bei verschiedenen Thierformen verschieden wirken. Wenn wir nun alle diese Umstände, das complicirte Spiel der richtenden Kräfte und die Verschiedenheit der Reizwirkung bei verschiedenen Organismen vor Augen halten, wird uns ein unerwartetes Endergebniss nicht mehr so überraschen können.

Die Befunde von FRANCÉ über das Verhalten des Planktons bei Vollmond weichen in so fern von meinen ab, als ich ein Zurückziehen eines Theiles des Planktons in tiefere Wasserschichten nicht beobachten konnte. *Bosmina*, also eine Cladocere, wurde wohl im Verhältniss zum letzten Fang in dunkler Nacht in grösserer Menge zur Nachtzeit an der Oberfläche gefunden, doch gilt dasselbe auch für *Cyclops*.

Dagegen fällt beim Fang in der Mondnacht vom 21. zum 22./6. (zugleich die kürzeste Nacht des Jahres!) das plötzliche Aufsteigen des Planktons um die Mitternachtsstunde und der ebenso rapide Abfall auf — die Nauplien machen diesmal mit ihrer stark gewölbten Curve eine Ausnahme.

Bezüglich der Individuenzahl, mit der die einzelnen Gruppen sich an der verticalen Wanderung betheiligten, ergiebt sich ungefähr folgende Reihenfolge: Die Rotatorien waren in ihrer Gesamtheit selbstredend immer oben an; ihnen folgen dann gewöhnlich Copepoden—Nauplien, diesen, der Masse nach ziemlich gleich, erwachsene *Cyclops* und Bosminen, den Schluss bilden *Diaptomus gracilis* und einige seltnere Cladoceren.

Bei *Dreyssena* konnte wegen ihrer kurzen Schwärmzeit nur einmal (3. zum 4./6. 99) die nächtliche Aufwärtswanderung mit einem Maximum um 2^h Nachts constatirt werden. In obiger Reihe müsste sie zwischen Rotatorien und Nauplien ihren Platz haben.

Bezüglich des zeitlichen Auftretens der einzelnen Formen an der Oberfläche sagt FRANCÉ, dass nicht alle Planktonwesen ein gleiches Verhalten zeigen, manche Arten bleiben bei diesen activen Migrationen zurück, andere wieder eilen vor. FRANCÉ erklärt das durch die Ausstattung der einzelnen Arten mit verschieden guten Schwimmwerkzeugen. „Abends traten zuerst die gut schwimmenden Cladoceren an die Oberfläche, während die Copepoden erst nachträglich, ungefähr in einer Stunde, folgten, wie denn auch die Cladoceren mit Sonnenaufgang die ersten waren, welche die Oberfläche verliessen und tiefere Wasserschichten aufsuchten“. BLANC fand dagegen um 4^h Vorm. und 9^h

Abends hauptsächlich Copepoden, Cladoceren um 9h noch selten und erst um 11h zahlreich an der Oberfläche; das Maximum scheint gar erst nach Mitternacht erreicht worden zu sein.

Was zunächst die Schnelligkeit der Ortsbewegung pelagischer Thiere anlangt, so geben Loeb u. Groom an, dass die Progressivbewegung der von ihnen untersuchten Nauplien von *Balanus perforatus* unter dem Einfluss des Tageslichtes bei einer Temperatur von 15° C mit einer mittlern Geschwindigkeit von ca. 1 mm in der Secunde erfolgt. Bei meinen Untersuchungen legte eine positiv heliotropische *Bosmina* den Weg von 70 cm in 2 Minuten zurück, die übrigen brauchten 3 Minuten dazu.

Positiv heliotropische Rotatorien brauchten zu einem Weg von 15 cm Länge 5 Minuten; sie wanderten weiter und legten zurück:

35 cm in 30 Minuten
40 „ „ 45 „
55 „ „ 60 „

Dabei zog sich der Haufen immer mehr in die Länge, so dass ich gezwungen war, den zurückgelegten Weg von der Mitte des Haufens an zu messen. Jeden Falls sehen wir, dass die Geschwindigkeit der Bewegung continuirlich abnahm; zur Beantwortung des Warum? dieser Erscheinung wären noch weitere Versuche nötig gewesen.

Wenn Francé die Vollkommenheit der Schwimmorgane für das frühe Auftreten an der Oberfläche des Wassers und das rasche Verschwinden von derselben verantwortlich macht, dann müsste man, wenn man die tropischen Erscheinungen nicht ganz ignoriren will, auch annehmen, dass die verschiedenen Licht- und Temperaturreize etc. bei gleich guten Schwimmern gleiche Wirkung haben, da sonst gleich gute Schwimmer doch nicht annähernd zu gleicher Zeit am Ziele ankommen könnten. Man sieht, dass sich Francé hier die Sache leichter vorstellt als sie thatsächlich ist, wie er selbst auf der folgenden Seite schon zugesteht. Die Wanderung ist keine so einheitliche, wie Francé, nach dieser Annahme zu schliessen, glaubt. Die Cladoceren z. B. sind 1) nicht alle am Tage in der Tiefe und 2) wenn sie es wären, so würden sie nicht alle annähernd gleichzeitig an der Oberfläche erscheinen, sondern entsprechend der Alters- und individuellen Verschiedenheit die einen früher, die andern später. Wir sehen auch, dass die Individuenzahl während der Nacht nicht oder nur selten einige Stunden annähernd gleich bleibt, sondern constant ansteigt, um dann gegen Morgen zu fallen. Vielleicht geht die Bewegung der

kleinen Thierchen gar nicht gleichmässig nach auf- und abwärts vor sich; manche mögen vielleicht nur eine kurze Strecke aufwärtssteigen, um wieder abzusinken und bald darauf wieder ein grösseres Stück aufwärts zu schwimmen; einige, vielleicht ein Theil älterer Thiere, wird überhaupt nicht den ganzen Weg zurücklegen, andere wieder, die wir schon am Tage nahe der Oberfläche fanden, werden vielleicht die ganze Nacht über oben bleiben und nur für wenige Nachmittagsstunden etwas absinken. Wären die Thiere gross genug, dass wir ihre Wanderung mit freiem Auge im Freien beobachten könnten, wir würden am Tage wie in der Nacht ein wirres Auf und Ab wahrnehmen und nur am Tage in der Regel eine massigere Anhäufung in der Tiefe constatiren, bei Nacht ebensolches an der Oberfläche. Könnten wir mit Schreibern die Bewegungen der einzelnen Planktonwesen auf einem fortlaufenden Papierstreifen zeichnen lassen, es gäbe wiederum ein wirres Durcheinander von Linien; nur würden wir sehen, dass normaler Weise die Linien sich einmal (bei Tage) unten am Streifen besonders häufen, ein ander Mal (bei Nacht) sich allmählich nach oben zu verdichten.

Was nun das (nach Francé) frühere oder (nach Blanc) spätere Aufsteigen der Cladoceren anlangt, so zeigte der Fang vom 19. zum 20./8. 98 ein unbedeutendes Voreilen der Copepoden, der Fang vom October ein solches der Cladoceren, bei den beiden Junifängen erreichten *Cyclops* und *Bosmina* (und nur um solche handelt es sich hier, während Francé und Blanc vielleicht zunächst an Daphnien dachten) ungefähr zu derselben Zeit ihr Maximum.

Dagegen lässt sich bezüglich der übrigen, nur in geringer Zahl gefundenen Cladoceren (*Diaphanosoma*, *Sida*, *Leptodora* etc.) angeben, dass sie im Allgemeinen spät erschienen und auch wieder bald nach Mitternacht gewöhnlich von der Oberfläche verschwanden.

Leider war eben ihre Individuenzahl viel zu gering, als dass über die Zeit ihres Auftretens genauere Daten gegeben werden könnten.

Vollkommen sichergestellt ist aber, dass die geschlechtsreifen Copepoden, *Cyclops* wie *Diaptomus*, constant später an der Oberfläche erscheinen als ihre Jugendformen, die Cyclopidstadien, und auch bei Zeiten wieder in die Tiefe wandern; gerade diese Formen, namentlich *Diaptomus*, sind aber in der in den untersuchten Gebieten lebenden Fauna die besten Schwimmer und sollten zuerst am Abend an der Oberfläche erscheinen. Nicht ausschliesslich nach der Vollkommenheit der

Schwimmorgane, sondern nach der Art und Stärke der Einwirkung tropischer Reize richtet sich der Verlauf der täglichen Wanderung. Ein verschiedenes Verhalten der Geschlechter diesen Reizen gegenüber und im Zusammenhang damit Verschiedenheiten in der Wanderung der Männchen und Weibchen konnten nicht mit Sicherheit constatiert werden; bei *Cyclops* eilen vielleicht die Weibchen etwas voraus.

Blanc nimmt zur Erklärung des Ueberschusses an Plankton in den obern Schichten zur Nachtzeit neben der activen Wanderung auch eine intensive Vermehrung einzelner Planktonwesen an: Ceratien theilen sich, Nauplien verwandeln sich um diese Zeit in junge *Cyclops*.

Diese Annahme ist vielleicht nicht ganz so unrichtig. Die wenigen, rohen Beobachtungen, die ich beim letzten Nachtfang in dieser Beziehung machte, lieferten zwar ein negatives Resultat, doch ist mir von frühern Beobachtungen her bekannt, dass z. B. parasitische Copepoden sich meist nur zur Nachtzeit begatten und die Weibchen nur um diese Zeit und zwar in den Stunden nach Mitternacht ihre Eipackete zu beiden Seiten des Körpers anlegen. Wenn ich daran erinnere, dass auch bei Vögeln die Jungen meist zur Nachtzeit oder in frühen Morgenstunden die Eischalen sprengen, dass weiter nach von verschiedenen Forschern an der Hand oft reicher, statistischer Daten vorgenommenen Untersuchungen, über die Goehlert im Biol. Ctrbl. (1887, p. 727) berichtet, auch bei den höchststehenden unter den Erdenwesen nachgewiesen wurde, dass das Maximum der Geburten auf die Zeit zwischen 12 und 2^h Nachts, das Minimum aber auf die ersten Nachmittagsstunden von $12-2^h$ fällt, so drängt sich wohl jedem der Gedanke an ein allgemein geltendes Naturgesetz auf, das für die einzelnen namentlich niedern Thiere nachzuweisen eine dankenswerthe Aufgabe der statistischen Biologie der Zukunft sein wird. Erst wenn wir über eine Summe von an den verschiedensten Thierformen vorgenommenen Einzelbeobachtungen verfügen, dürfen wir hoffen, mit einigem Erfolg an die Beantwortung der Frage der Abhängigkeit dieser Erscheinung von gewissen „tellurischen Einflüssen“ heranzutreten, die uns heute noch vollkommen mystisch erscheint.

Methode des Fanges und der Untersuchung für die quantitativen Bestimmungen.

Für die quantitativen Untersuchungen standen uns leider nur sehr primitive Apparate zur Verfügung. Das verwendete Netz war sogar noch kleiner als das kleine Apstein-Netz. Ich musste daher bei jeder

Untersuchung je 10 Fänge machen, um nicht nur zu relativ, sondern auch zu absolut annähernd richtigen Zahlen zu gelangen.

Für die Nachtfänge fand ich die Schöpfmethode, auf die APSTEIN (1896) aufmerksam macht, sehr vortheilhaft; es wurden jedesmal 10, im Herbst von Dr. GINZBERGER, wegen der kleinen Planktonmengen, auch mehr Liter Oberflächenwasser geschöpft und filtrirt. Das Filtrat wurde jedesmal sofort in Formol oder im PFEIFFER'schen Gemisch (40 Proc. Formol, Holzessig, Methylalkohol zu gleichen Theilen) conservirt und genau etikettirt (Ort, Zeit des Fanges, Zahl der Fänge, Tiefe, aus der gefischt wurde; Temperatur der Luft und des Wassers an der Oberfläche und in der Tiefe, Bewölkung, Windrichtung, Wellenschlag etc.).

Das Filtrat wurde hierauf in einen kleinen Messcylinder geschüttet und nach entsprechender Zeit das Planktonvolumen an der Scala abgelesen.

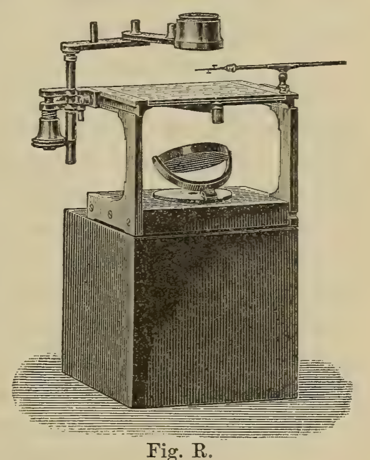


Fig. R.

Als Vorbereitung für das Zählen der Organismen wurde der Fang hierauf, je nachdem er viel oder wenig Plankton enthielt, stark oder mässig verdünnt und schliesslich aus der gut unter einander gerührten Flüssigkeit mittels einer graduirten Pipette 1 cm^3 auf eine in kleine Quadrate eingetheilte Glasplatte gebracht. Da wir leider kein Zählmikroskop auftreiben konnten, musste ich zur HATSCHEKschen Präparirlupe (Fig. R[1]) meine Zuflucht nehmen, die überdies für meine Zwecke vollkommen genügte und überhaupt für Planktonuntersuchungen, soweit dazu Lupenvergrösserung genügt, ausgezeichnete Dienste leistet. Ihre Vortheile vor andern Stativlupen sind: eine grosse Glasplatte als Tisch, ein in jeder Richtung verstellbarer, nicht festgeschraubter Spiegel, ein langer, in der Mitte in einem Gelenk beweglicher Arm, an dessen Ende in einen Ring die Oculare eingefügt werden können. Der Untersucher hat so ein sehr grosses Gesichtsfeld, das er mit der Linse gut absuchen kann.

Schliesslich ist die Lupe zerlegbar und kann in einem kleinen Kästchen verpackt werden, ist also leicht transportabel.

Von jedem Fange wurden durchschnittlich 5—10 Platten, also

1) Erhältlich bei Herrn JOSEF KETTNER, Mechaniker der k. k. deutschen techn. Hochschule in Prag.

ebenso viele cm^3 abgezählt, hierauf wurde durch eine einfache Multiplication berechnet, wie viele Organismen in dem ganzen Fang vorhanden sind. Eine Division durch 10 ergab, da ja bei jeder Untersuchung 10mal gefischt wurde, die Organismenanzahl einer Wassersäule von der Tiefe, aus der der Fang stammte, und der Grundfläche der Netzöffnung. Schliesslich musste noch bei der angegebenen Tiefe die Menge der Organismen unter 1 m^2 Oberfläche berechnet werden.

Ich halte es für überflüssig, alle die Zahlen aus meinem Zählprotokoll tabellarisch zusammenzustellen, und glaube, dass aus den beigegebenen Curven das Nöthige in übersichtlicherer Weise zu ersehen ist. Nur als Beispiel möge das Protokoll über einen ausgezählten Fang, den ich aus meinen Aufzeichnungen herausgreife, hier zum Abdruck gelangen (s. nächste Seite).

Man ersieht aus dem Zählprotokoll, dass die Organismen in der durchgeschüttelten Flüssigkeit und damit auch in den einzelnen ihr entnommenen cm^3 annähernd gleichmässig vertheilt sind und es daher genügt, eine geringe Anzahl von Platten durchzuzählen, um über die Individuenmengen annähernd richtige Maasszahlen geben zu können.

Um Irrungen vorzubeugen, empfiehlt es sich, beim Zählen immer genau in gleicher Weise vorzugehen und die Organismen der Reihe nach, wie sie in der Tabelle notirt sind, abzuzählen. Es ist weiter rathsam, die einzelnen Quadrate der Reihe nach auf der Zählplatte zu numeriren; wird man, wie es mir nur zu oft vorkam, bei der Zählarbeit gestört, so genügt es, die Zahl des Quadrats und den Namen der eben abgezählten Thierform zu notiren, und man kann später sofort in der Zählung wieder fortfahren.

Der Saisonpolymorphismus von *Bosmina longirostris-cornuta.*

Nur in kurzen Worten soll im Folgenden der oft geschilderte Entwicklungsgang skizzirt werden, den die Erforschung einer der interessantesten und schwierigsten Cladocerengruppen, der Bosminen, genommen hat.

Die ältesten Forscher beschreiben die neuen *Bosmina*-Species, wie das gewöhnlich in der Systematik vorkommt, ungenau und bilden sie meist mangelhaft ab. Von den spätern Untersuchern finden die meisten, dass die von ihnen aufgefundenen Formen mit keiner der bekannten genau übereinstimmt, und so entsteht im Laufe der Zeit eine erdrückende Menge von „n. sp.". BURCKHARDT allein zählt (1900, p. 572) von jener Art, die uns im Folgenden weiter beschäftigen

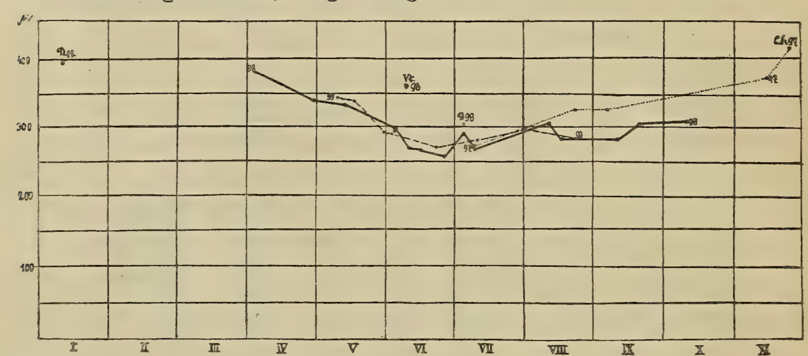
Chroococcaceen-See, 13./8. 1898, 11h Nachts, 10 Fänge, à $2^{1}/_{2}$ m.

Rotatorien	Nauplien	*Cyclops*			*Diaptomus*			*Bosmina*		*Ceriodaphnia*	*Leptodora*	*Diaphanosoma*	*Sida*	*Chironomus*	*Ceratium*
		♂	♀	juv.	♂	♀	juv.	alt	jung						
3. 4. 4. 4. 12. 3. 10. 1. 4. 2. 3. 9. 6. 5. 4 **74**	1. 1. 1. 1. 1. 3. 4. 5. 2. 3. 1. 4. **27**	2. 1.	1. 2.	2. 2. 3. 1. 1. 1. 2. 4. 5. 1. 1. 3. 2. 1. **35**			1. **1**		1. 1. 1. **3**					1. **1**	1. 1. 2. 1. 1. 1. 1. 2. **10**
2. 5. 7. 6. 8. 5. 4. 10. 4. 6. 3. 2. 4. 6. 3. 1. **76**	2. 2. 1. 2. 1. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 3. 3. 1. **27**	1. 1. 1. 1. 1. 1. 1.	1. 1.	1. 1. 2. 1. 1. 5. 1. 1. 3. 5. 3. 1. 2. 1. 1. 1. **39**					1. 1. 2. 1. 1. 1. **7**		1. **1**				1. 1. 1. 1. 1. **5**
3. 7. 7. 3. 1. 8. 9. 6. 7. 3. 4. 2. 6. 2. 2. **70**	2. 6. 4. 3. 1. 2. 4. 5. 3. 5. 3. 4. 6. 1. **49**	1. 1. 1. 1.	1.	4. 2. 1. 3. 1. 4. 2. 2. 1. 4. 2. 4. 3. 3. **41**	1.		1. **2**	1.	1. 1. **3**	1. **1**	1. **1**				2. 1. 3. 1. 1. 1. 1. 1. **11**
1. 4. 6. 4. 2. 2. 3. 4. 2. 8. 2. 4. 1. 2. 2. **47**	2. 1. 5. 4. 5. 3. 1. 4. 2. 1. 1. 2. **31**	2. 1. 3. 1. 1. 1. 1. 1.		2. 4. 2. 5. 3. 2. 3. 1. 1. 3. 2. 3. 1. **43**		1. 1.	1. **3**	1.	1. **2**		1. **1**	1. **1**			1. 1. 1. 1. 1. 1. **6**
2. 2. 4. 6. 3. 7. 10. 3. 3. 2. 4. 2. 1. 2. 2. 3. **56**	4. 2. 3. 3. 3. 3. 2. 2. 2. 2. 2. 2. **30**	1.		3. 2. 1. 1. 4. 3. 2. 2. 3. 1. 1. 7. 3. 1. 2. 1. **38**		1.	**1**		1. **1**		1. 1. **2**	1. **1**	1. **1**		2. 1. 1. 1. 1. **6**
323	**164**	**196**			**7**			**16**		**1**	**5**	**2**	**1**	**1**	**38**

soll, 10 Synonyma auf. Andere Forscher wieder sind bestrebt, durch Nichtberücksichtigung nach ihrer Meinung unbedeutender Merkmale, die von ihnen gefundenen Formen mit irgend einer schon beschriebenen zu identificiren.

Solche „gordische Knoten", wie sie ja bekanntlich auch in andern Thier- und Pflanzengruppen von den alten Sammlern auf ihrer blinden Speciesjagd geschlungen wurden, zu lösen, ist unsere Aufgabe, und wir werden sie um so rascher bewältigen, je weniger wir in unsern Studien von jenen gestört werden, die in gedankenlosem Sammeln und Entdecken von „neuen Arten" allein ihre Befriedigung finden.

Neue Wege müssen eingeschlagen werden.



Absolute Länge von Bosmina longirostris-cornuta in den einzelnen Monaten.

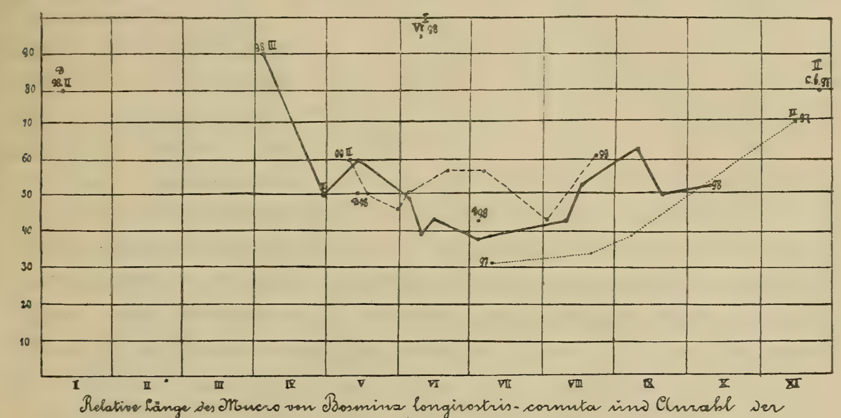
Fig. S.

Genauere Untersuchungen der letzten Jahre haben zunächst ergeben, dass die Variationsfähigkeit vieler Cladoceren und der Bosminen im Besondern eine ungeahnt grosse ist; dieses Ergebniss führte zur Einziehung vieler der alten Species. Freilich mag man zunächst nur an eine individuelle Variation gedacht haben (Leydig 1860, Hartwig, Daday u. A.). Hartwig sagt (1897) gelegentlich der Besprechung unserer Art ausdrücklich: „Diese 3 Formen (*B. longirostris*, *cornuta*, *curvirostris*) gehen in einander über, sind also nicht aus einander zu halten; man findet sie auch, verfügt man über grosses Material, in ein und demselben Gewässer und ebenso zu einer und derselben Jahreszeit" (!).

Im selben Jahre machte Stingelin auf den Saisonpolymorphismus bei unserer *Bosmina* aufmerksam, ein Jahr später (1898) findet Stenroos, dass unsere *Bosmina* im Nurmijärvi-See „in drei

typischen Formen“ auftrete und zwar in einer Frühlingsform oder *forma vernalis* und zwei Sommerformen, *forma cornuta* und *forma littoralis*. STENROOS nahm zur Feststellung der Variation auch bereits genauere Messungen einzelner Individuen vor.

Ein reiches Material zur Frage über die Localvariation unserer *Bosmina* finden wir endlich in der umfangreichen Arbeit von BURCKHARDT aufgestapelt. Ihm gebührt auch das Verdienst, genauen Messungsmethoden in der Cladocerenforschung Eingang verschafft zu haben, die uns, wenn künftig Bearbeiter die Mühe, sie anzuwenden, nicht scheuen, in der Zukunft wohl von sehr grossem Werth sein dürften.



Relative Länge des Mucro von Bosmina longirostris-cornuta und Anzahl der Incisuren an demselben (I.II.III) in den einzelnen Monaten.

Fig. T.

Ich stellte mir nun die Aufgabe, festzustellen,

1) ob die Bosminen in unserm Untersuchungsgebiet überhaupt im Laufe eines Jahres variiren;

2) wenn ja, in welcher Weise sie variiren;

3) ob sie überall in gleicher Weise variiren;

4) ob die Variation von äussern Einflüssen irgendwie beeinflusst wird.

Ich suchte alle diese Fragen mit Hülfe der BURCKHARDT'schen Messmethode zu lösen, und hielt mich der Gleichförmigkeit wegen genau an das Original, obgleich sich vielleicht noch manches verändern, verbessern und vervollkommnen liesse. Je eingehender man sich mit unserm Gegenstande befasst, desto mehr fühlt man das Bedürfniss nach möglichst exacten Methoden und eine Summe interessanter Fragen

von ganz allgemeiner Bedeutung tauchen auf, bevor man noch mit der Beantwortung der zuerst gestellten halbwegs fertig ist. Leider fehlte es mir an der vielen, gerade für solche Untersuchungen nöthigen Zeit.

So konnten nur über 100 Bosminen gezeichnet und gemessen werden.

Ich gebe im Folgenden eine der mit der Camera lucida angefertigten Umrisszeichnungen (Fig. U), aus der die einzelnen Maasse, wie sie von BURCKHARDT eingeführt wurden, zu entnehmen sind.

Es gelangten nur Weibchen mit Eiern im Brutraum zur Untersuchung.

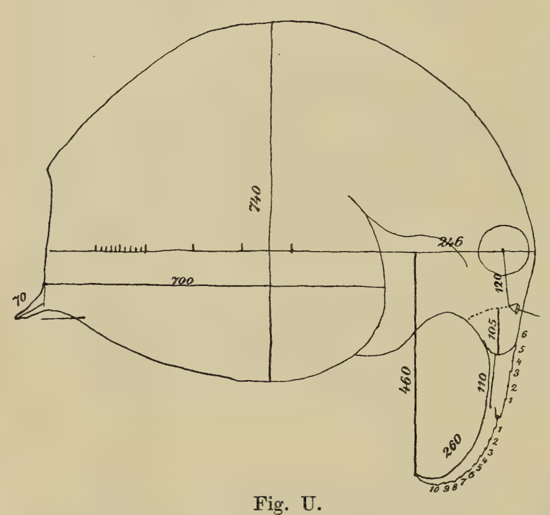


Fig. U.

Mein Untersuchungsmaterial war für solche Studien in so fern nicht ganz günstig, als es bei der schon erwähnten winterlichen Organismenarmuth des Untersuchungsgebiets oft geradezu unmöglich war, während der kalten Jahreszeit auch nur eine halbwegs genügende Individuenanzahl von Bosminen zu finden.

Vor allem war es nothwendig, das Ausmaass der individuellen Variation unserer *Bosmina* kennen zu lernen. Diese schwankt bezüglich der absoluten Schalenlänge zwischen 1,09 und 1,43 Proc., wie sich aus folgender Zusammenstellung ergiebt:

Absolute Länge in μ:

4./6.	1898	von	5	Indiv.	aus	dem	Chroococcaceen-See	1,09 Proc.
12./6.	„	„	5	„	„	„	„ „	1,12 „
12./6.	„	„	4	„	„	„	2. Volvoxtümpel	1,43 „
11./7.	1897	„	4	„	„	„	Chroococcaceen-See	1,11 „
24./8.	„	„	4	„	„	„	„ „	1,25 „
21./11.	„	„	5	„	„	„	Teich a. Constatinhügel (Prater)	1,32 „

Der Saisonpolymorphismus der Bosminen war in unserm Untersuchungsgebiet (speciell im Chroococcaceen-See) sehr deutlich zu bemerken.

Absolute Länge.

In der kalten Jahreszeit war die Schalenlänge am grössten, am kleinsten war sie Ende Juni. Die Bewohner der kleinen, in der Nähe gelegenen Tümpel und Teiche waren grösser als die der grossen Becken des alten Donaubettes.

Aus der obigen Zusammenstellung ist nun deutlich zu ersehen, dass die individuelle Variation grösser ist bei relativ grossen als bei relativ kleinen Individuen.

Sie ist also bei den Bewohnern kleiner Wässer (Volvoxtümpel, Teich beim Constantinhügel) grösser als bei denen grösserer Wasserbecken. Zu derselben Zeit (12./6. 98) betrug sie bei den Bosminen des Chroococcaceen-Sees 1,12 Proc., bei denen aus dem 2. Volvoxtümpel 1,43 Proc. Wir sehen weiter, dass in demselben Becken, im Chroococcaceen-See, die individuelle Variation mit dem Zunehmen der Durchschnittsschalenlänge wächst.

Wir können also sagen: die individuelle Variation unserer *Bosmina* steht in geradem Verhältniss zur Körperlänge. Man könnte vielleicht hier an Beziehungen zum Fortpflanzungsgeschäft der Bosminen denken; solche scheinen aber nicht zu bestehen, denn es müssten sonst auch zwischen der Jahrescurve der Bosminenproduction und der Schalenlängencurve dieser Thiere Uebereinstimmungen zu finden sein, die thatsächlich nicht existiren.

Wenn wir nun die Curve S. 98 betrachten, möchte ich zunächst auf den Fang Juli 1898 aufmerksam machen, der eine Ungleichmässigkeit im Curvenverlauf bedingt. Dieser Fang stammt nämlich nicht von unserm gewöhnlichen Platz, sondern es wurde damals an einer seichten Stelle über Stratiotes gefischt; wir sehen also, dass sogar in demselben Wasserbecken Bosminen von verschiedenen Stellen verschieden gross sind und auch in den andern Maassen sich verschieden verhalten; auf ähnliche Verhältnisse machte schon Stenroos (98) aufmerksam (s. *forma littoralis*!).

Im Jahre 1897 war die Längenzunahme der *Bosmina* gegen den Herbst zu eine sehr regelmässige, weit weniger in den folgenden Jahren, die aber auch in den Witterungsverhältnissen viele Abnormitäten zeigten; auffallend ist in diesen Jahren eine Abnahme der Schalenlänge im August. Im Jahre 1898 stiegen die Längenmaasse erst wieder im September an. Die Curve zeigt weiter sehr schön, dass im normalen Jahre 1897 die Grössenzunahme gegen den Herbst eine viel beträchtlichere war als in den beiden folgenden Jahren.

Die ungünstigen Witterungsverhältnisse beeinflussten also nicht nur, wie wir früher zeigten, die Productivitätscurve gewisser Crustaceen, sie bewirkten auch eine Abschwächung des Saisonpolymorphismus: Anfang September 1898 waren die Bosminen um ca. 43 μ kleiner als um dieselbe Zeit des Vorjahres.

Mucro.

Bekanntlich ist der Mucro im Winter, ähnlich wie bei jungen Thieren, lang, spitz und an einer Seite gekerbt, im Sommer dagegen kurz, stumpf und ohne Kerben. Nach meinen Untersuchungen dürfte das Maximum der relativen Mucrolänge in den ersten Monaten des Jahres erreicht werden, das Minimum wurde Anfang Juli (1898) und August (1899) beobachtet. Auch hier sehen wir wieder, dass der Curvenverlauf 1897 am regelmässigsten, 1899 am unregelmässigsten war. In diesem Jahre war auch der Unterschied zwischen den Längenextremen am bedeutendsten; in der Folgezeit wird der Curvenbogen immer mehr wellig, 1899 ist ein Saisonpolymorphismus am Mucro in der günstigen Jahreszeit kaum mehr wahrzunehmen (s. Fig. T).

Ungefähr zu derselben Zeit (Anfang Juli) betrug die relative Mucrolänge 1897: 31, 1898: 40, 1899: 57. Incisuren wurden und zwar im Maximum nur 3 (Anfang April 1898), beobachtet in der Zeit von Mitte November bis Anfang Mai. Die Tümpelbewohner machen auch hier wieder eine Ausnahme.

Im Folgenden müssen wir die Durchschnittsmaasse für die einzelnen Jahreszeiten geben, da die Unterschiede in den einzelnen Monaten meist zu gering und namentlich in den Jahren 1898—99 aus dem oben angeführten Grunde viel zu schwankend sind.

Wir nehmen die 4 astronomischen Jahreszeiten, also:

Frühling	vom	21./3. —21./6.
Sommer	vom	21./6. —23./9.
Herbst	vom	23./9. —22./12.
Winter	vom	22./12.—21./3.

Relatiive Schalenhöhe.

Frühling	Sommer	Herbst	Winter
783	759	742	740

Die relative Schalenhöhe ist also im Frühjahr am bedeutendsten und nimmt gegen den Winter zu constant ab; sie ist bedingt durch die Zahl der Eier, die sich im Brutraum befinden und diese war Ende

April (30./4. 98) am grössten; um genau dieselbe Zeit wurde auch das Maximum der relativen Schalenhöhe mit 823 erreicht.

Im Verhältniss zu 1897 sind in den folgenden Jahren die Durchschnittszahlen (nur das Frühjahr 1898 macht mit 787 gegen 780 vom Vorjahr eine Ausnahme) geringer.

Relative Schalenlänge.

Frühling	Sommer	Herbst	Winter
672	675	676	690

Die Schalenlänge ist demnach im Frühjahr am kleinsten und nimmt gegen den Winter constant zu. Ein Vergleich mit der vorhergehenden Zusammenstellung zeigt also: bei *Bosmina* steht die relative Schalenhöhe im umgekehrten Verhältniss zur Schalenlänge.

Kopf.

Am Kopf wurde der Abstand vom Augenmittelpunkt zum Rostralrand (A + B) gemessen; er blieb das Jahr über fast gleich.

	Frühling	Sommer	Herbst	Winter
A + B	230	231	216	230

Im Besondern aber zeigte es sich, dass A, also der Abstand zwischen Augenmitte und der Insertionsstelle der Stirnborste im Frühjahr am grössten war und gegen den Herbst zu constant abnahm, wie aus folgenden Zahlen zu entnehmen ist:

	Frühling	Sommer	Herbst	Winter
A	149	141	121	130

B dagegen, d. h. die Entfernung von der Stirnborsteninsertionsstelle zur Rostrumspitze war im Frühling am kleinsten und im Winter am grössten; wir finden nämlich:

	Frühling	Sommer	Herbst	Winter
B	81	90	95	100

Wir sehen also auch hier, dass A und B im umgekehrten Verhältniss zu einander stehen [1]).

Relative Antennenlänge.

	Frühling	Sommer	Herbst	Winter
C + D	333	318	366	380

1) Die Maasszahlen für die Winterformen sind wegen des erwähnten Materialmangels ungenauer; die Zahl für A (Winter) = 130 ist also vielleicht etwas zu hoch.

Die Antennen sind am längsten im Winter, am kürzesten im Spätsommer; das Minimum wurde 1897 am 8./9. mit 215, im folgenden Jahre am 18./9. mit 294 erreicht; wir sehen auch hier wieder die Folgen der Witterungseinflüsse.

Die Verkürzung der Antennen gegen den Sommer fand in ungefähr gleicher Weise statt im obern Theil (C), d. i. am Stiele nach BURCKHARDT und am untern (D), dem Endtheil (d. i. der distale Theil vom Grunde der Riechstäbchen an), wie folgende Zahlenreihen beweisen:

	Frühling	Sommer	Herbst	Winter
C	98	93	114	110
D	235	225	252	270

Aehnlich wie die relative Länge der Antennen verhalten sich auch die Incisurenzahlen in den einzelnen Jahreszeiten; auch hier wird das Minimum im Sommer, das Maximum im Winter erreicht; wir finden im Durchschnitt:

Frühling	Sommer	Herbst	Winter
$3 + 9 = 12$	$3 + 7 = 10$	$4 + 9 = 13$	$5 + 9 = 14$

Als Minimum wurde gefunden am 11./7. 97: $2 + 5 = 7$; als Maximum: 3./4. 98 (Chrooc.-See) $4 + 11 = 15$ und 12./6. 98 (2. Volvoxtümpel) $5 + 10 = 15$.

Sonderbarer Weise scheinen äussere Einflüsse keine Veränderungen in der Incisurenzahl bedingen zu können; ich fand wenigstens in den entsprechenden Jahreszeiten der 3 Jahre immer genau dieselben Werthe.

Dagegen ist die individuelle Variation nicht unerheblich. Aehnlich wie beim Mucro finden wir auch bei der rechten und linken Antenne an einem Individuum nicht nur bezüglich der Grösse, sondern auch bezüglich der Zahl der Incisuren erhebliche Unterschiede.

Ein extremer Fall an einem am 12./6. 98 im 2. Volvoxtümpel gefundenen Exemplar mag hier als Beispiel angeführt werden:

linke (normale) Antenne		rechte (verkümmerte) Antenne	
C	150	C	100
D	310	D	160
Inc.	$4 + 9 = 13$	Inc.	$3 + 5 = 8$

Das dreieckige Schildchen an der Antenne variirt sehr in seiner Form. Im Allgemeinen dürfte es bei den Winter-, d. h. den grössern Formen, länger und spitzer, bei den kleinen (bezw. Sommer-)Formen kürzer und stumpfer sein. In manchen Fällen kann man seitlich ienen Höcker oder an der Spitze eine Einkerbung bemerken.

Antennenprojection.

	Frühling	Sommer	Herbst	Winter
A P	259	260	288	310

Die Projection der Antenne auf die Körperlänge giebt uns an, wie stark dieselbe nach hinten gebogen ist. Wie wir aus der Zusammenstellung ersehen, ist sie im Frühjahr am geringsten und nimmt gegen den Winter zu constant zu; mit der Grössenzunahme wird die anfänglich hornartig gekrümmte Antenne auch immer mehr gestreckt, um im Winter fast gerade gestreckt zu verlaufen.

Bei den Augen konnte ich keinerlei Grössenunterschiede wahrnehmen; fast immer fand ich als relativen Augendurchmesser die Zahl 90.

Postabdomen.

In der Besprechung der Endkralle kann ich mich nun, da inzwischen Burckhardt's ausführliche Arbeit erschienen ist, auf wenige Bemerkungen beschränken. Schon früher (1899) hatte ich auf zwei Stellen stärkerer Biegung hingewiesen, die namentlich am dorsalen Rande der Endkrallen fast aller Individuen deutlich zu sehen sind. Zumeist steht knapp an der Stelle der proximalen Biegung die 1. und grösste der Borsten, der sich proximal weitere, immer kleiner werdende anschliessen. Wenn man genauer zusieht, bemerkt man, dass diese 1. Borste etwas isoïrt steht und nicht ganz parallel zu den folgenden, oder es convergiren die 2. und 3. an der Spitze und erst die 4. und die folgenden sind zur 1. wieder vollkommen parallel.

Meine frühern Angaben, dass die ersten Borsten bald auf dem Krallenträger, bald auf dem Endtheil der Endkralle sitzen, bestätigt Burckhardt.

Gewöhnlich sitzen die vordersten 1—3 Borsten noch auf der Endkralle; die Zahl der Borsten schwankt zwischen 6 und 9, dürfte bei den grossen Formen auch grösser sein als bei den kleinen Sommerformen, oder es werden bei diesen die letzten eben wegen ihrer Kleinheit auch bei stärkern Vergrösserungen nicht sichtbar. Dasselbe gilt von den kurzen, feinen Zähnchen, die dem 2. Abschnitt der Krallen, zwischen den erwähnten Biegungen, aufsitzen. Burckhardt zählt 7—10, ich fand im Minimum noch weniger und zwar im April 4, Juli 5, August 3—4, November und Januar 10. Bei den kleinsten Sommerformen sind sie oft nur noch als kleine, glänzende Dreiecke auf der Endkralle wahrzunehmen.

Zusammenfassung.

1) Die Bosminen des Untersuchungsgebiets zeigen einen deutlichen Saisonpolymorphismus.

Die Formveränderung ist eine ganz allmähliche und constante, wie sich aus kurz auf einander folgenden Fängen ergiebt, z. B.:

1899	11./5.	16./5.	30./5.	3./6.	22./6.	
	347 μ	340 μ	292 μ	291 μ	270 μ	etc.

Es ist daher nur aus rein praktischen Gründen erlaubt, von einer „Sommerform“, „Winterform“ etc. zu sprechen, da thatsächlich zwischen den einzelnen Formen keine Grenzen existiren.

2a) Die grössten Individuen wurden in der kalten Jahreszeit, die kleinsten Ende Juni gefunden.

b) die individuelle Variation unserer Bosminen steht in geradem Verhältniss zu ihrer absoluten Körperlänge.

c) Das Maximum der relativen Mucrolänge fällt in die ersten Monate des Jahres, das Minimum in den Anfang Juli (1898) oder August (1899). Incisuren (im Maximum nur 3) wurden von Mitte November bis Anfang Mai gesehen.

d) Die relative Schalenhöhe ist im Zusammenhang mit der Menge der Eier im Brutraum im Frühjahr am grössten, im Winter am kleinsten.

e) Die relative Schalenlänge steht zu ersterer in umgekehrtem Verhältniss.

f) Dasselbe Verhältniss besteht zwischen dem Abstand A und B am *Bosmina*-Kopf.

g) Die Antennen sind am grössten im Winter, am kleinsten im Spätsommer; dasselbe lässt sich bei der Incisurenzahl nachweisen.

h) Die Projection der Antenne auf die Körperlänge ergiebt die kleinsten Maasszahlen im Frühjahr, die grössten im Winter.

i) Die Bewehrung des Postabdomens stimmt mit den Angaben BURCKHARDT's überein.

3a) Die Bosminen kleiner Gewässer gleichen im Allgemeinen mehr den Winterformen der in grössern Gewässern pelagisch lebenden Bosminen.

b) Selbst in ein und demselben Gewässer sind die littoralen und pelagischen Bosminen verschieden.

4) Der Saisonpolymorphismus wird von der Witterung ganz bedeutend beeinflusst. Abnorme Witterungsverhältnisse (warmer Winter, kühler, regnerischer Sommer) schwächen den Saisonpolymorphismus ab,

beeinflussen nicht nur die Variation der allgemeinen Körperlängenmaasse, sondern auch die der einzelnen Körpertheile; ihre Variation verläuft weniger regelmässig als in Jahren mit normaler Witterung.

Aehnlich, wie ich es hier versuchte, nur noch viel genauer, müsste der Saisonpolymorphismus unserer variirenden Cladoceren an verschiedenen Localitäten studirt werden, z. B. in grossen und kleinen Wasserbecken der Tiefebene und der Gebirge, im hohen Norden und im Süden; es ist ja klar, dass er, beeinflusst durch die jeweiligen physikalischen Verhältnisse, da und dort anders sich gestaltet.

Ich habe zu zeigen versucht, wie bedeutend er von Witterungsverhältnissen abhängig ist und es wäre daher für solche Studien wie bei der quantitativen Planktonforschung die Gleichzeitigkeit der Untersuchung[1]) an verschiedenen Localitäten erste Bedingung. Sollten sich mehrere Systematiker zu gemeinschaftlichem Studium dieser Frage aufraffen, dann könnten wir endlich einmal genaueres über die Gründe und Ursachen der Variation erfahren, die bisher leider noch immer mehr Gegenstand der Speculation als der exacten Forschung sind.

Potamoplankton.

Zur Entscheidung der Frage, ob in dem Donaustrom bei Wien überhaupt ein sogenanntes Potamoplankton vorkommt, wurden zu verschiedenen Malen Fänge mit unserm Netz in der Nähe der Kronprinz-Rudolfsbrücke ausgeführt. Ueber das Phytoplankton des Stromes berichtete Brunnthaler in: Verh. zool.-bot. Ges., V. 4, Heft 6, p. 308. Die Zahl der gefundenen Arten ist nicht gross im Verhältniss zu andern, ähnlichen Listen.

Folgende Formen wurden gefunden:

Schizophyceae:

Clathrocystis aeruginosa Henfr.

---

1) Ungefähr zu derselben Zeit (Juli 1898) in verschiedenen europäischen Gewässern gefischte Bosminen zeigen folgende Durchschnittslängen:

Alte Donau (Chrooc.-See)	8./7.	269 μ
Trachenberg	12./7.	550 μ
Müggelsee (Inselteich)	13./7.	538 μ
Plön (grosser See)	24./7.	496 μ
Huul-See	21./7.	440 μ

Wie man sieht, sind die Längenunterschiede ganz erhebliche!

Chroococcus limneticus Lemmermann
Oscillatoria Froelichii Kg.

Bacillariaceae:
Melosira varians Ag.
„ granulata (Ehrb.) Ralfs.
„ „ „ „ var. jonensis Grun. f. procera V.H.
Fragilaria capucina Desm.
„ crotonensis Kitton
Diatoma vulgare Bory
Nietzschiella acicularis Rabh.
Asterionella formosa Hass. var. gracillima (Ha.) Grun.
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kg.
Synedra delicatissima W. Sm.

Conjugatae:
Cosmarium Meneghinii Bréb.
Staurastrum gracile Ralfs.
„ hirsutum Bréb.
Closterium acutum Bréb.
„ lineatum „ var. angustatum Reinsch.

Chlorophyceae:
Scenodesmus acutus Meyen
Pediastrum boryanum Menegh. var. granulatum Rabh.
„ „ „ var. brevicorne A. Br.
„ pertusum Kütz. var. asperum A. Br.

Phaeophyceae:
Dinobryon stipitatum Stein
„ divergens Imh.
Synura uvella Ehrb.

Ceratium hirundinella O. F. M.

Im Verhältniss zu den gefundenen Thieren ist das Phytoplankton des Stromes aber immerhin noch als ungemein reich zu bezeichnen.

Hier einige Proben als Beispiele:

12./6. 98. Nauplien und Cyclopidstadien *Chydorus sphaericus*
Bosmina longirostris-cornuta einige Rotatorien
14./8. 98. *Ceratium hirundinella* in einigen Exemplaren.
4./9. 98. *Ephemera*-Larve Reste eines Harpacticiden
Culiciden-Larve eine *Triarthra sp.*
18./9. 98. Reste einer *Ephemera*-Larve.

Sind wir überhaupt berechtigt, von einem „Potamoplankton“ zu sprechen? Zacharias hat diesen Terminus hauptsächlich auf Grund seiner Untersuchungen an Flüssen der norddeutschen Tiefebene aufgestellt. Für das Plankton solcher äusserst langsam fliessenden Gewässer, die biologisch eher Teichen oder Seen zuzurechnen sind, mag ja der Terminus zutreffend sein. Die Mikroorganismen des Donaustromes bei Wien unter einen solchen Begriff zusammenfassen zu wollen, wäre überflüssig und lächerlich. Könnte man von einem „Limnoplankton“ sprechen, wenn dieses in seinem Vorkommen nur auf eine Gruppe von Seen, etwa die Tieflandseen oder die Alpenseen, beschränkt wäre? Gewiss nicht! Schon über die Nothwendigkeit des Terminus „Heleoplankton“ lässt sich streiten: Heleoplankton-Krebse, die nach wenigen Ruderschlägen zum „Benthos“ kommen können und thatsächlich täglich solche Wanderungen ausführen. Nun gar noch vielleicht „Aëroplankton“ für Eier und Cysten von Süsswasserorganismen auf ihrer unfreiwilligen Wanderung durch die Luft, einen Terminus „Styxplankton“ für die Josef'schen Fabelwesen der Grottengewässer, etc.

Will man schon das Süsswasserplankton in seiner verschiedenen Zusammensetzung im Einzelnen charakterisiren, dann werden sich die Gruppen am Besten nach rein biologischen Gesichtspunkten aufstellen lassen, etwa nach „Leitformen“, die für die einzelnen Kategorien charakteristisch sind, wie das Apstein bei seiner Eintheilung in Dinobryon- und Chroococcaceen-See durchgeführt hat. Wir kennen heute schon Seen mit Teichcharakter, Flüsse, die biologisch eher den Seen zuzuzählen sind. Die Altwässer grösserer Flüsse sind biologisch Uebergangsformen zwischen Fluss und See oder gar Teich, und ich lernte in Istrien Seen kennen (z. B. den Doberdo bei Monfalcone oder den Čepic-See), deren Plankton gewiss viele für ein „Potamoplankton“ halten würden: im Čepic wurden nur Rotatorien gefunden, im Doberdo fehlten auch diese!

Was das Zooplankton anlangt, so werden wir vielleicht besser mit Zimmer von einem Kruster- und Räderthierplankton sprechen und das erstere wieder in ein Cladoceren- und Copepodenplankton eintheilen können. Es wäre gewiss viel nützlicher, statt der vielen Namengebungen die Ursachen genau zu erforschen, welche die verschiedene Zusammensetzung des Planktons bedingen.

Auf die Entwicklung des „Potamoplanktons“ hat, wie allgemein bekannt, die Stromstärke einen grossen Einfluss, und doch wissen wir noch immer nicht, wie stark sie sein kann, um den einzelnen „Potamo-

planktonten“ ein Gegen den Strom schwimmen noch zu gestatten; das zu wissen wäre aber sehr wichtig.

Die Frage lässt sich, freilich in etwas primitiver Weise, entscheiden, wenn man in eine Rinne mit durchfliessendem Wasser Plankton einsetzt und nun durch Verminderung oder Vergrösserung der Stromstärke feststellt, wann die Thiere nicht mehr im Stande sind, gegen den Strom anzukämpfen. Nimmt man heliotropische Thiere und orientirt man den Apparat entsprechend parallel zum einfallenden Licht, so kann man die Thiere leicht zwingen, gegen den Strom zu schwimmen. Da es mir in Wien für solche kleine Experimente eben an allem fehlte, holte ich das Versäumte in Triest an der Zool. Station nach; natürlich stand mir hier nur marines Plankton zur Verfügung.

Ich fand auf diese Weise als Maximum der Stromgeschwindigkeit, die noch, wenn auch schon mit Schwierigkeit, überwältigt wurde:

für eine kleine Decapoden-Larve 40 Sec. pro Meter
„ Copepoden mittlerer Grösse 80 „ „ „

Zum Vergleich führe ich nun die Stromstärke pro Meter einiger Flüsse an, in denen „Potamoplankton“ gesammelt wurde: Moldau und Wotava beim Zusammenfluss (nach Prowázek, 99) ca. 1 Sec., Donau bei Wien ca. 0,4 Sec.

Zimmer unterscheidet eu-, tycho- und autopotamische Planktonorganismen. Gegen diese Eintheilung ist im Princip nichts einzuwenden; das „Autopotamoplankton“ zählt allerdings bis heute nur — zwei Algenvarietäten, von denen Schröder angiebt, dass sie sich augenscheinlich dem Leben im fliessenden Wasser angepasst hätten. Ein autopotamisches Zooplankton giebt es überhaupt nicht!

Das einzige wichtige Ergebniss der „Potamoplanktonforschung“ scheint mir bis jetzt die Feststellung der grossen Armuth unserer fliessenden Gewässer an Mikroorganismen zu sein. Es darf uns nicht wundern, wenn im Zusammenhang mit dem regern Schiffsverkehr, den Regulirungsarbeiten der Flussläufe und den ihnen immer reichlicher zufliessenden Fabrikwässern aller Art die Flussfischerei immer mehr zurückgeht. Zimmer kommt daher zu folgendem Resultat (S.-A. p. 7): „Es ergiebt sich also, wie wichtig es auch in dieser Beziehung für die Fischerei ist, bei Flussregulirungen die Altwässer, abgestochenen Flusschleifen u. s. w. nicht ganz vom Flusslauf abzuschneiden, sondern sie mindestens auf einer Seite mit ihm in Verbindung zu lassen“.

Solange nicht in dieser Weise „Asyle“ für die Fauna unserer „regulirten“ Flüsse geschaffen sind, wird auch das Aussetzen von Jungfischen in unsern Flüssen und Strömen, für das bereits so viel

Zeit und Geld geopfert wurde, wenig Aussicht auf Erfolg haben. Aber auch dann wird man bei der Neubevölkerung unserer Süsswässer vorsichtiger zu Werke gehen müssen, als es bisher vielfach geschah. Ich habe gefunden, dass sogar manchem der kleinen kosmopolitischen Kruster (*Cyclops*), bei denen man gewiss ziemliche Anspruchslosigkeit bezüglich ihrer Lebensbedürfnisse voraussetzen würde, unvermitteltes Umsetzen in ein Wasser von anderer chemischer Zusammensetzung (namentlich anderm Kalkgehalt) direct verderblich wird. Beim Einsetzen der Fische in unsere meist mehr oder minder stark verunreinigten Flüsse und Bäche wird daher um so grössere Vorsicht nothwendig sein.

Die Nahrung der Fische des Untersuchungsgebiets.

In letzter Zeit wurde vielfach, unter anderm auch von ZACHARIAS, auf die Bedeutung des Planktons, im besondern des Zooplanktons als natürliche Nahrung der Jungfische hingewiesen.

Zum Zweck ähnlicher Untersuchungen wurden mir in dankenswerther Weise vom österr. Fischereiverein durch die Vermittlung des Herrn Official FERD. MÖSCHL mehrmals frisch gefangene Jungfische zur Vornahme mikroskopischer Analysen des Darminhalts übergeben. Das Resultat der Untersuchung ist folgendes:

Am 24./2. 98 wurde der „Dinobryon-See“ bei sehr niedrigem Wasserstand abgefischt; hier das Ergebniss der mikroskopischen Analyse:

	Magen- bezw. Darminhalt
Rothauge (*Scardinius erythrophthalmus*), 6 Stück, 6—13 cm	Schlamm[1]), Algen, etwas Stratiotes, von Krebsen einige *Alona sp.*, *Chironomus*-Larven.
Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), 7 Stück, 9—$13^1/_2$ cm	*Chironomus*-Larven, Libellenlarven, *Asellus*, *Cyclops albidus*, *Diaptomus gracilis*.
Bitterling (*Rhodeus amarus*), 2 Stück 7 cm	Schlamm, *Pleuroxus nanus*, Ostracoden.
Brachsen (*Abramis brama*), 1 Stück, 10 cm	Schlamm, *Cyclops sp.*, *Asellus*, *Chironomus*-Larven.
Brachsen (*Abramis brama*), ausgewachsene Thiere, 4 Stück	*Asellus aquaticus*, *Chironomus*-Larven, Limicolen, Wassermilben, etw. Schlamm, Reste zweier Jungfische.

1) Durch die gesperrt gedruckten Namen soll angedeutet werden, was quantitativ vorherrschte.

Das Resultat der Untersuchung der am 15./3. 98 im Laichschonplatz gefischten Thiere ist folgendes:

	Magen- bezw. Darminhalt
Karausche (*Carassius vulgaris*) 3 St., 6—11½ cm	*Acroperus leucocephalus*, *Cyclops sp.*, *Pleuroxus nanus*, *Chydorus sphaericus*, *Asellus aquaticus*, *Chironomus*-Larven.
Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), 2 St., 8 cm.	*Asellus aquaticus*, *Chironomus*-Larven, etwas Schlamm.
Bitterling (*Rhodeus amarus*), 2 St., 5,5 und 6,5 cm.	Mückenlarven, *Acroperus leucocephalus*, *Pleuroxus nanus*, *Chydorus sphaericus*, *Cyclops sp.*, Schlamm, Algen.
Rothauge (*Scardinius erythrophthalmus*), 9 Stück, 6—12 cm.	*Asellus aquaticus*, *Cyclops albidus*, Ephippien von Daphniden, Ostracodenschalen, *Eurycercus lamellatus*, *Chydorus sphaericus*, Mückenlarven, *Acroperus leucocephalus*, einige Algen.

Der Darm einer Anfangs Mai 1898 im Donaustrom gefischten 2 kg schweren Barbe (*Barbus vulgaris*) enthielt fast ausschliesslich Insecten (Poduriden), daneben auch *Asellus aquaticus*.

Schliesslich gelangten noch folgende Fische zur Untersuchung:

	Magen- bezw. Darminhalt
Lauben (*Alburnus lucidus*), 28./8. 98, p. m. im Donaustrom unterhalb des Freibades, 6 Stück, bis 9,3 cm	Fast nur Insecten (Dipteren?), vielleicht dieselbe Form, die bei den Nachtfängen nach Mitternacht in Massen zum Licht flog und auch von den Fischen eifrig gejagt wurde. Die 5 kleinen Lauben hatten ausschliesslich dieses Insect gefressen, daneben nur wenig Dipterenlarven, die grösste Laube (9,3 cm) dagegen nur Pflanzenkost.
Brachsen (*Abramis brama*), 22./8. 98, altes Donaubett, unterhalb der Nordbahn, 1 ausgew. Exemplar	stark verdautes Grünfutter.
Lauben (*Alburnus lucidus*)	
a) 15./3. 99 10h Vorm., Laichplatz aus 1 m Tiefe, 1 Expl. 9,5 cm	Vorderdarm: Theile eines geflügelten Insects; Enddarm: stark verdautes Grünfutter.
b) 1 Expl. 8 cm	Vorderdarm wie bei a): Enddarm: stark verdautes Grünfutter mit Oligochätenborsten.
c) Chrooc.-See bei Villa Möschl, 14./4. 99, 7h am., 2 St., 10 cm	zahlreiche Reste geflügelter Insecten, namentlich im Vorderdarm; daneben etwas Grünfutter.
d) Chrooc.-See bei der Kagraner Brücke, 14./4. 99, 7h am., 3 St. ca. 8 cm.	wie c), im Grünfutter viele Diatomaceen.

	Magen- bezw. Darminhalt
e) ebendort, im Canal bei den Wiener Eiswerken, 15./4. 99, 2h p. m. aus 2 m Tiefe, 3 St.	α) geflügelte Insecten, Schlamm und *Pleuroxus nanus*, 1 *Alona sp.* β) viel Grünes mit Diatomaceen. γ) $7^1/_2$ cm: im vordersten Darmabschnitt Insectenlarven, angefüllt mit Massen von *Pleuroxus nanus*; Pediastrum, 1 *Alona sp.* Im Mittelstück des Darmes: Schlamm, Grünfutter mit Diatomaceen, Insectenlarven, *Pleuroxus*, Ostracoden. Im letzten Drittel des Darmes: Kohlenstaub! dazwischen spärlich *Pleuroxus nanus*.
f) ebendort, gegenüber der Militärschiessstätte, April 99 (?) 1h p. m. $^1/_2$ m Tiefe, 2 Expl.	Viele Insectenlarven, *Acroperus leucocephalus*, *Pleuroxus nanus*.
Rothaugen (*Scardinius erythrophthalmus*)	
a) Laichplatz, 15./3. 99	Grüner Schlamm mit viel Diatomaceen, 1 Schale von *Pleuroxus nanus*.
b) oberhalb der Nordbahnbrücke, 18./4. 99, 6h p. m. 2 St. 6 cm	Grünfutter und wenig *Acroperus leucocephalus*.
c) alte Donau, 19./4. 99, 5h früh, sehr seichtes Wasser	Viel Mückenlarven, ausserdem *Acroperus leucocephalus* und 1 *Cyclops sp.*
d) Chrooc.-See, bei Möschl's Villa, 21./6. 99, 1h Mittag, 5 Stück	α) 4,7 cm: massenhaft geflügelte Insecten. β) 5 cm: Pflanzentheile und Insecten. γ) 5 cm: Schlamm. δ) 6,7 cm: Vorderdarm: viele geflügelte Insecten, daneben grüne Pflanzenreste; im Enddarm: sehr viele Bosminen; etwas *Clathrocystis*, eine kleine Hydrachnide, verschiedene Theile geflügelter Insecten, *Pleuroxus nanus*. ε) 7,7 cm: grüne Pflanzentheile und Schlamm.

Zacharias sagt (1893), dass mit Ausnahme von etwa dreien (*Squalius cephalus*, Döbel, *Leuciscus rutilus*, Plötze, *Scardinius erythrophthalmus*, Rothfeder) alle unsere einheimischen Fische Thierfresser seien, macht aber darauf aufmerksam, dass schon 1892 Dröscher im Darminhalt der Plötzen ein starkes Ueberwiegen thierischer Bestandtheile gefunden hatte. Nach unsern Untersuchungen scheint auch *Scardinius erythrophthalmus* kein ausschliesslicher Grünweidefisch zu sein.

Die Nahrung unserer Süsswasserfische, vorzüglich der Jungfische, ist wesentlich von der Fauna und Flora des Wohngewässers und der Jahreszeit beeinflusst und wechselt mit diesen.

Bei Mangel an animalischer Kost werden viele Fische nothgedrungen Vegetarianer. Nimmt die Kleinthierfauna zu, dann werden naturgemäss die grössern Thiere den kleinern vorgezogen und — in

seichtern Gewässern oder in seichten Buchten grösserer Seen — die Ufer- und Grundfauna der pelagisch lebenden.

Wie gut die Fische ihre Auswahl treffen, konnte ich vor Jahren bei einigen im Aquarium gehaltenen Macropoden beobachten, die mit Entomostraken (*Cyclops strenuus* und *Daphnia obtusa*) aus einem nahen Tümpel gefüttert wurden. Die Fische frassen nur die grossen Daphnien und liessen die Cyclopiden unberührt. Auch HUITFELD-KAAS sagt 1898: „Unter den 6—8 Arten von Crustaceen, die gewöhnlich gleichzeitig in einem Wasser vorkommen, wählen die Fische immer eine oder ein paar Arten, die den übrigen Arten vorgezogen werden. Im Ganzen genommen sind die Daphnien viel häufiger in dem Fischmagen anzutreffen als die Copepoden. Vielleicht ist die Ursache darin zu suchen, dass die Daphnien mit ihren langsamen und regelmässigen Bewegungen leichter zugänglich sind als die Copepoden mit ihren unregelmässigen, hüpfenden Bewegungen". Ich würde glauben, dass hauptsächlich die Grösse der Beute ausschlaggebend ist und in zweiter Linie die Häufigkeit ihres Vorkommens: sind kleinere Krebse in grossen Massen da, dass sich ihr Fang lohnt, dann mögen auch sie von den Fischen gern genommen werden.

Darminhaltsuntersuchungen sind nicht so leicht durchzuführen, wie man glauben könnte, und die Möglichkeit, auf Grund dieser Untersuchungen zu Fehlschlüssen zu gelangen, ist eine erheblich grosse. DAHL macht (1898) darauf aufmerksam; er sagt p. 123: „Die meisten Beobachter verzeichneten meist nur das, was sie erkennen konnten". Der Botaniker sucht nur nach Pflanzentheilen, der Zoologe nur nach animalischen Resten. Verschiedene Nahrung wird nicht in gleicher Weise, nicht gleich rasch verdaut[1]). Es ist auch darauf zu achten, ob nicht gewisse Organismen als Nahrung grösserer mit letztern in den Darm kommen, dessen Inhalt festgestellt werden soll.

So hatten viele Untersucher (auch ich Anfangs selbst) sehr mit Unrecht die Bedeutung der Entomostraken als directe Nahrung überschätzt.

---

1) Unverdaulich oder wenigstens schwer verdaulich sind viele Entomostrakeneier. Schon FRIČ u. VÁRRA war das (1894) aufgefallen. Wir lesen im Capitel „Nahrung des Karpfen": „Auch fanden wir unverdaute Sommereier, was von grosser Bedeutung ist und des Versuches werth wäre, ob diese Eier während des Passirens des Darmes ihre Lebenskraft nicht verloren haben. Falls nicht, dann wäre für die Erhaltung der Generation der verspeisten Daphnien gesorgt". Ich selbst fand einmal (15./3. 98) im Darm eines Fisches, der schon einige Zeit in Formol gelegen hatte, ein Ephippium, das noch vollkommen frisch aussah, ich legte es in frisches Wasser, und alsbald entschlüpfte ihm eine *Ceriodaphnia*, die schon nach 11 Tagen 2 Sommereier im Brutraum barg.

In vielen Listen über den Nahrungsinhalt unserer Süsswasserfische finden wir in erster Linie Entomostraken erwähnt, und es scheint, als ob die Insectenlarven erst in zweiter Linie in Betracht kämen. Thatsächlich aber dürften die kleinen Entomostraken (namentlich *Pleuroxus*) Nahrung anderer Thiere sein, und erst im Darm des Fisches gelegentlich der Verdauung treten die Entomostraken aus dem zerfallenden Körper heraus und geben so den Anschein, als wären sie direct von den Fischen als Nahrung aufgenommen worden. Wegen stark vorgeschrittener Maceration war es mir leider nicht möglich, näher festzustellen, wer der eigentliche Vertilger der kleinen Entomostraken ist, vermuthlich wohl eine der grössern Insectenlarven.

Huitfeld-Kaas (98) schätzt die Zahl der in einem Maränemagen (*Coregonus lavaretus*) gefundenen Bosminen auf 50000. Ich fand in einem 7 cm langen Darm von *Scardinius erythrophthalmus* gegen 2—3000 *Chydorus sphaericus*, während der Darm einer etwas grössern Karausche wohl an die 5000 *Acroperus leucocephalus* enthalten haben mag.

Ich lasse es in diesen Fällen dahingestellt, ob die Entomostraken hier direct oder indirect (als Nahrung anderer Thiere) in den Fischdarm kamen.

Der Werth der Insectenlarven, speciell der Mückenlarven ist überdies von erfahrenen Fischzüchtern, so von Susta, längst erkannt worden, und neuerdings thut ihrer auch Zacharias (97) Erwähnung; im Darmcanal der von ihm untersuchten Exemplare fand er massenhaft *Euglena viridis*.

Das oben Gesagte bezieht sich vorzüglich auf die Fischnahrung während der kältern Jahreszeit. Da genügt es, wenn man von einem Fang nur wenige Individuen einer Art untersucht, da der Inhalt des Darmes gleich grosser Individuen so ziemlich qualitativ überall gleich ist. Im Sommer wird das Menu unserer Fische reichhaltiger.

Von ganz besonderer Bedeutung sind dann die durch den Wind vom Lande her zugetriebenen oder beständig über dem Wasser schwebenden Insecten der verschiedensten Art: Eintagsfliegen und Mücken, auf die die Fische meist am frühen Morgen eifrig Jagd machen.

Die Flugzeit der einzelnen Insectenformen scheint sich regelmässig immer nur auf einige Stunden zu beschränken, wie ich bei meinen Nachtfängen constatiren konnte.

In der Vollmondnacht des 21. auf den 22./6. 99 fand ich gegen 10^h Abends Massen von Phryganeiden (*Hydropsyche*, *Rhyacophila vulgaris* und *Sialis lutaria*); ihre Zahl nahm gegen Mitternacht ab, um welche Zeit sich ihnen einige kleine *Coniopteryx* zugesellten. In den

ersten Morgenstunden ($3^1/_4$ h früh) bemerkte ich ausser einigen grössern weissen Motten die ersten Ephemeriden; später, um 6h früh, erschienen diese in grossen Massen und wurden von den Fischen mit grossem Eifer gefangen. Die frische Morgenbrise trieb hierauf Massen von Pappelfrüchten und Compositen-Samen gegen die Wasserfläche, und es war interessant zu beobachten, mit welcher Hast die Fische auch diese erhaschten und verschluckten. Man ersieht daraus, dass ein einem fliegenden Insect nur entfernt ähnliches optisches Bild genügt, um bei den Fischen einen Reflex, das Losfahren auf die vermeintliche Beute, auszulösen, dem wieder rein reflectorisch das Erfassen und Verschlucken derselben folgt. Und dieser Vorgang wiederholte sich lange Zeit hindurch, so lange die Früchte überhaupt da waren.

Die dem Wasser durch die Luft zugeführte animalische Nahrung scheint namentlich den Bewohnern unserer regulirten Flüsse von nicht unerheblichem Nutzen zu sein.

Zum Schluss möchte ich noch bemerken, dass solche Darminhaltsuntersuchungen auch für den Teichwirth zur Feststellung des Nahrungsgehalts eines Gewässers von nicht zu unterschätzender Bedeutung sind. Schon makroskopisch lässt sich oft die Nahrung an der Farbe des Darminhaltes feststellen: bei Pflanzenkost ist der Darminhalt grün, *Asellus* verleiht ihm eine ganz charakteristische dunkel rothbraune Färbung, Insecten bedingen einen noch dunklern Farbenton, und es ist nicht schwer, auch in stark verdauten Resten noch mit freiem Auge die Insectenköpfe mit den grossen Augen als schwarze Pünktchen zu erkennen [1]).

Systematische Bemerkungen zu den Cladoceren der „alten Donau".

Im Folgenden sollen die im Untersuchungsgebiet gefundenen Cladoceren kurz besprochen werden. Die Kürze der Zeit, die mir für den Abschluss dieser Arbeit noch zur Verfügung steht, gestattet mir leider nicht, ausführlich die Systematik dieser Formen abzuhandeln. Da genaue Abbildungen in der Cladoceren-Literatur noch immer recht rar sind, verwendete ich auf die Ausführung der diesem Abschnitt beigegebenen Zeichnungen, die fast durchweg nach dem Leben mit der

1) Am 29./5. 1901 untersuchte noch Herr Dr. S. Prowázek den Darminhalt einiger ganz kleiner Jungfische des Untersuchungsgebiets; von den Wirbelkörpern und der dorsalen Krümmung der Axe in der Schwanzflosse war noch nichts zu sehen; als Darminhalt wurden gefunden: *Closterium* (zugleich mit einem stark verdauten *Cyclops*), Diatomeen, kleine Cysten, *Arcella*-Schalen, ein Rotatorien-Ei, *Chydorus sphaericus* und Reste von Cyclopiden.

Camera lucida entworfen wurden, besondere Sorgfalt und glaube daher, dass die in dieser Form gegebene Zusammenstellung bei aller Kürze vielen erwünschter sein wird, als wenn ich mich mit der Aufzählung der gefundenen Arten begnügt hätte. Dadurch wird auch die Richtigstellung eventueller bei der Bestimmung unterlaufener Fehler andern Untersuchern ermöglicht.

Sida crystallina O. F. M. (Taf. 3, Fig. 1.)

Grösse: 2,45 mm.

Die *Sida* des Untersuchungsgebiets ist die typische *crystallina*. Es kommen für uns überhaupt nur zwei Arten in Betracht; neben der oben genannten noch die jüngst von BURCKHARDT entdeckte *Sida limnetica*, die sich durch folgende Merkmale von unserer Form hauptsächlich unterscheidet:

crystallina	*limnetica*
Die 3 Vorsprünge des Fixationsapparats am Schalenrücken vorhanden	fehlen
Postabdominalzähne einfach	einige in Gruppen bis 3 auf gemeinschaftlichem Höcker
Zahl der Eier oder Embryonen im Brutraum bedeutend (bis 20 und mehr	beschränkt (1—2)
Im Vorkommen beschränkt auf Gewässer mit reicher Wasserphanerogamenflora	rein pelagisch

Da man annehmen kann, dass die neue *Sida* ein weites Verbreitungsgebiet hat, wären weitere genauere Untersuchungen, namentlich auch über die Variation der Sididen, sehr erwünscht.

Im Folgenden gebe ich einige relative Maasse der *Sida crystallina*:

	I. Aus dem Untersee	II. nach SARS	III. Aus der „alten Donau“	IV. *var. elongata* SARS
Länge, Scheitel—hinterer Schalenrand	1000	1000	1000	1000
Kopflänge, Scheitel—hinterer Kopfrand	280	260	260	240
Kopfhöhe, Schnabelspitze—dorsaler Kopfrand	400	430	400	390
Stirnlänge, Schnabelspitze—Centrum des Auges	220	240	220	195
Schalenlänge, hinterer Kopfrand—hinter. Schalenrand	720	740	745	760
Schalenhöhe, ventr.—dors. Schalenrand	455	550	520	520
Grösster Abstand des hintern Schalenrandbogens von der Sehne	50	66	35	78
Länge des Postabdomens	220	250	250	250

Die Zahlen aus den Reihen I, II und IV sind dem Werke BURCKHARDT's entnommen.

Wie man sieht, stimmen die Maasszahlen ziemlich genau mit denen der beiden ersten Reihen überein. Auffallend sind nur die geringe Schalenhöhe und der geringe Abstand des hintern Schalenbogens von der Sehne.

Die *Sida crystallina* ist in unserm Untersuchungsgebiet nicht sonderlich häufig. Die ersten Exemplare, und zwar jugendliche Individuen, fing ich Ende Mai (26./5. 98 im Dinobryon-See). Nach FRIČ u. VÁVRA (94, p. 49) erscheint sie im Počernitzer Teich Anfang Juni. In den quantitativen Fängen wurde die Form nur am 5./6. 99 in grösserer Menge angetroffen (ca. 30 in 1 m^3). Schon Mitte August wird *Sida* selten, um bald ganz von der Bildfläche zu verschwinden.

Die verticalen täglichen Wanderungen lassen sich besonders gut an dieser schon durch die Grösse leicht kenntlichen Form beobachten. Ich beobachtete sie z. B. an der Oberfläche am 4./6. 99 um 4^h früh (nur junge Thiere), 22./6. 99 in der Zeit von Mitternacht bis $5^1/_2{}^h$ früh, am 13./8. 98 war sie um 11^h Abends noch in ca. 2 m Tiefe und kam erst in den ersten Morgenstunden an die Oberfläche, am 19./8. 1898 wurde sie nur zwischen 8 und 11^h Abends an der Oberfläche gefangen.

Diaphanosoma brachyurum LIÉVIN.

Leider versäumte ich es in Wien, von dieser Form eine Abbildung nach dem Leben anzufertigen; ich verweise daher auf die Figuren in den Arbeiten von STINGELIN, RICHARD und vorzüglich auf die anregenden und interessanten Untersuchungen BURCKHARDT's über diese Cladocere.

Diaphanosoma war in unserm Gebiet häufiger zu finden als *Sida*, aber nie in auffallend grossen Massen. Die ersten noch jungen Thiere fand ich schon Ende April (30./4. 98), die letzten pelagischen Anfang September. Ihr Maximum fällt auf den Anfang August (2./8. 99), doch war das Auftreten dieser und der vorhergehenden Form durchaus nicht regelmässig; an manchen Tagen im Sommer erbeutete ich sie überhaupt nicht. FRIČ u. VÁVRA fanden *Diaphanosoma* (1894) im Počernitzerteich von Juni bis November, mit einem Maximum im Juli, BURCKHARDT (1900) beobachtete diese Cladocere im Alpnacher See vom Juli bis Ende November in grossen Mengen; im Gardasee wurden diese und *Sida* von GARBINI (1895) gar während 10 Monaten beobachtet.

Daphnia hyalina Leydig. (Taf. 3, Fig. 2.)

Grösse: Schale + Spina = 1,35 + 0,65 mm.

Wie schon an anderer Stelle erwähnt, treten die echten Daphniden in den abgebauten Donauarmen nur sporadisch auf: wir haben es offenbar mit zufälligen Eindringlingen zu thun, die sich aber immer nur ganz kurze Zeit erhalten können und bald zu Grunde gehen.

Es ist mir daher nicht möglich, zu der interessanten Frage über die Variation dieser Formen etwas beizutragen, und ich begnügte mich damit, der Arbeit möglichst naturgetreue Abbildungen der gefundenen Formen beizugeben und nach den neuesten Arbeiten die sichersten Bestimmungsmerkmale kurz anzuführen.

Wollen wir zwischen *D. hyalina* und *longispina* noch die Artgrenze aufrecht erhalten, dann ist gegenwärtig das sicherste Unterscheidungsmerkmal die Lage der 2 vordern Processus abdominales, die bei *hyalina* divergiren, bei *longispina* ziemlich parallel laufen.

Burckhardt (1900) giebt von unserer Form folgende Diagnose: „Pigmentfleck (Nebenauge) vorhanden. Endkralle ‚gestrichelt‘, ohne Nebenkamm. Die 2 vordern Processus abdominales divergiren; der 2. ist nie nach vorn gerichtet. Der Ursprung der Spina liegt dorsalwärts von der Längsaxe des Thieres, ihre Richtung (nach vorn verlängert) passirt ventral vom Auge. Auge meist unter $^1/_{10}$ Körperlänge[1]). Kopfform sehr verschieden. Neigung zur Cristabildung“.

Ein erwachsenes, ein Ephippium tragendes Weibchen wurde nur einmal, am 25./5. 98 im Chroococcaceen-See gefunden. Die „*Daphnia sp. juv.*“, die ich in meinem Protokoll an 30./4. 98 verzeichnete, gehört wohl derselben Art an.

Hyalodaphnia jardinei Rich. = *Daphnia cucullata* (Sars) Burckh. *var.* (Taf. 3, Fig. 3.)

Grösse: Schale + Spina = 994 + 254 μ.

Auch bei dieser Form muss ich mich darauf beschränken, eine möglichst genaue Abbildung zu geben. Die Frage, zu welcher der vielen Varietäten oder Formae sie gehört, lasse ich unentschieden, weil das so lange nicht mit Sicherheit anzugeben ist, als über die Saisonvariation keine genauern Angaben vorliegen.

Das erste Exemplar wurde am 24./8. 97 gefunden, und zwar

---

1) Bei der Form aus der „alten Donau“ allerdings grösser (siehe Abbildung).

nur ein junges. Einige reife Weibchen fischte ich erst wieder am 2./8. 99.

Ceriodaphnia megops (= *megalops*) Sars. (Taf. 3, Fig. 4 u. 5.)

Grösse 0,8 mm.

Diese Form ist durch die bedornte und gezähnelte dorsale Postabdominalkante gut charakterisirt und auch mehrfach gut abgebildet worden, nur Daday (88) zeichnet das Postabdomen mit einfacher Bewehrung.

Gefunden wurde diese Form nur einmal, am 12./6. 98 im 2. Volvoxtümpel.

Ceriodaphnia pulchella G. O. S. (Taf. 3, Fig. 6.)

Grösse 0,55 mm.

Von den bisher beschriebenen Ceriodaphnien sind eigentlich nach den von verschiedenen Autoren gegebenen Bestimmungstabellen nur wenige leicht und sicher zu bestimmen; dazu fehlen auch noch gerade von den schwierigern Arten gute Abbildungen.

Als Unterscheidungsmerkmal wird z. B. noch von Stenroos (98) die Breite des Postabdomens benutzt.

Nach Eylmann (87) ist das Postabdomen „schmal" bei *pulchella*, *punctata*, *quadrangula*, *fischeri*, „sehr breit" bei *laticaudata* und *rotunda*.

Leider fand ich bei keinem Autor nähere Angaben, was er unter „schmal" und „breit" versteht, ja bei Eylmann selbst finden wir in einer und derselben Arbeit (87) über das Postabdomen von *C. pulchella* folgende Angaben:

1) Nach dem Bestimmungsschlüssel p. 58 ist es „schmal";

2) in der Beschreibung p. 62, Z. 4 aber „breit";

3) in derselben Beschreibung p. 63, Z. 15 v. u. schon wieder „nicht sehr breit".

Um zu sichern Resultaten zu gelangen, wurde das Postabdomen einzelner Arten nach den vorhandenen Abbildungen gemessen. Als Länge nahm ich die Verbindungslinie der Kralleninsertion und der Insertion der Abdominalborsten. Eine zu dieser senkrecht geführte Linie und zwar ungefähr in der Gegend des proximalen (kleinsten) Zähnchens am dorsalen Postabdominalrande stellt die Breite dar.

So komme ich zu folgenden Zahlen:

1) Postabdomen „schmal": *pulchella* 2,5 (Daday), 1,85 (Steuer, Wörtersee); *quadrangula* 2,7 (Daday).

2) Postabdomen „breit": *laticaudata* 2,7 (Matile), 1,9! (Daday); *rotunda* 2,7 (Kurz), 2,6 (Daday).

3) Die Form aus der „alten Donau“ 1,7.

Diese Zahlen sprechen gewiss nicht für die Verwendbarkeit dieses Unterscheidungsmerkmales.

Ich fand diese *Ceriodaphnia* niemals sehr häufig vom Mai bis September, am zahlreichsten noch im Juli und August [1]).

Simocephalus vetulus O. Fr. M.
(Abbildung s. bei Stingelin [95], fig. 8—12.)

Ich fand diese Cladocere hauptsächlich in den Volvoxtümpeln und im Graben beim Constantinhügel in grösserer Zahl, vereinzelt aber auch in den abgebauten Donauarmen in der Zeit von Anfang März bis Ende November.

Simocephalus serrulatus Koch. (Taf. 3, Fig. 7.)

Grösse: 1,5 mm.

Diese Form ist durch die vorspringende, eckige, vorn bedornte Stirn charakterisirt [2]). Den Dorsalrand der Schale (in der Gegend des Brutraums) fand ich bei einigen am 3./7. 98 im Dinobryon-See gesammelten Arten sackartig erweitert.

Scapholeberis mucronata O. Fr. M. (Taf. 3, Fig. 8.)

Grösse (Schale + Mucro): 0,8 mm.

Scapholeberis mucronata, eine wegen ihrer eigenartigen Körperform leicht kenntliche Cladocere, fand ich nur im Dinobryon-See (26./5. 98 pelagisch!) und im 2. Volvoxtümpel (12./6. 98), doch nicht in bedeutender Anzahl.

Bosmina longirostris O. F. M. = *cornuta* Jurine.
(Taf. 3, Fig. 9a, b.)

Bezüglich dieser Cladocere verweise ich auf ein früheres Capitel (S. 96) und auf die nach dem Leben gezeichneten Exemplare aus verschiedenen Monaten, die am besten den Saisonpolymorphismus veranschaulichen dürften.

---

1) Nach Durchsicht der mir während des Druckes dieser Arbeit zugekommenen grossen Monographie von Lilljeborg, Cladocera Sueciae, 1900, glaube ich die vorliegende Form mit ziemlicher Sicherheit mit *C. pulchella* Sars identificiren zu können. Statt *C. rotunda* auf S. 18 und 25 dieser Arbeit soll es daher richtig heissen: *C. pulchella.*

2) Ueber die Kopfform der Simocephaliden habe ich bereits früher (97) einiges mitgetheilt.

Macrothrix laticornis Jurine. (Taf. 4, Fig. 10.)

Grösse: 0,55 mm.

Diese zierliche, an der gesägten dorsalen Panzerkante und der distal erweiterten vordern Antenne leicht kenntliche Cladocere war im Chroococcaceen-See keine seltene Erscheinung. Die ersten, jungen Thiere wurden am 13./3. 98 beobachtet, am 25. fand ich schon eiertragende Weibchen. Zuweilen (Ende Mai, am 18. und 26.) fand ich sie sogar im Plankton. Die letzten Exemplare fing ich Mitte November (14./11. 97).

Ilyocryptus sordidus Liévin. (Taf. 4, Fig. 11.)

Grösse: 0,75 mm.

Eine der seltner gefundenen Cladoceren, die sich von den andern Arten ihres Genus durch die mehrfach verästelten Stacheln des hintern obern (dorsalen) Schalenrandes leicht unterscheiden lässt. *Ilyocryptus* ist eine typische Grundform und seine Schale oft mit einer dicken Schlammkruste bedeckt, die mit einem feinen Pinsel erst vorsichtig weggebürstet werden muss, wenn man überhaupt etwas von der äussern Körperform dieses Thieres wahrnehmen will. Ich fand es in beiden Theilen der „alten Donau“ in einigen Exemplaren nur in der kältern Jahreszeit (Dinobryon-See, 19./12. 97, Chrooc.-See 20./2., 13./3. 98). Auch Frič u. Vávra (94) fanden diese Cladocere im Počernitzer Teich vom Januar bis Juni. Stingelin (95) sammelte sie Ende April 1894, Kurz (74) dagegen „zu jeder Jahreszeit“.

Eurycercus lamellatus O. F. M. (Taf. 4, Fig. 12.)

Grösse: 1136 μ und darüber.

An der ganz charakteristischen Form des Postabdomens ist diese Cladocere leicht zu erkennen. Ich beobachtete sie während des ganzen Jahres, Stingelin fand sie im December und Januar in gleicher Menge wie im Sommer, Frič u. Vávra dagegen sammelten sie im Gatterschlager Teich nur von Mai bis September.

Als Fischnahrung ist diese Art nur von geringer Bedeutung.

Acroperus leucocephalus Koch. (Taf. 4, Fig. 13.)

Grösse: 0,8 mm.

Durch die hohe Wölbung des dorsalen Schalenrandes ist diese Art von *Acrop. angustatus* Sars leicht zu unterscheiden; nach Stenroos sollen überdies beide Arten in einander übergehen.

Ich fand diese Form am häufigsten in der kalten Jahreszeit

(19./12. 97, 13./3. 98) in besonders grosser Menge in den Stratiotes-wiesen der südlichen Uferpartien des „Chroococcaceen-Sees“. Auch pelagisch wurde sie nicht gerade selten aufgefunden. Schon STENROOS berichtet (98), dass *Acroperus* bisweilen auch im Plankton anzutreffen ist. STINGELIN (95) fand diese Form „während des ganzen Winters stark durch parthenogenetisch sich fortpflanzende Weibchen vertreten“.

Als Fischnahrung ist *Acroperus* von grosser Bedeutung. Bei einigen der untersuchten Jungfische bestand der Darminhalt fast nur aus diesen Krebschen.

Leydigia quadrangularis LEYDIG = *Alona leydigii* SCHOEDLER.
(Taf. 4, Fig. 14.)

Grösse: 0,9 mm.

Alona leydigi ist an der Form und Bewehrung des Postabdomens unschwer zu erkennen.

Ich fand diese Form nur am 7./1. 98 im Schlamm der Stratiotes-region in wenigen Exemplaren. Auch STINGELIN fand sie „im Sommer und Winter in spärlicher Anzahl“, FRIČ u. VÁVRA dagegen notiren ein Maximum im Juni und Juli.

Alona affinis LEYDIG. (Taf. 4, Fig. 15, 16a—c.)

Grösse: 0,9 mm.

Diese überall gemeine Cladocere ist durch folgende Merkmale von den übrigen *Alona*-Arten zu unterscheiden:

Schale: der hintere, ventrale Schalenwinkel ohne Zähne, Schale meist recht deutlich längs gestreift.

Nebenauge kleiner (oder höchstens ebenso gross) als das Auge.

Postabdomen: distal abgerundet und etwas breiter als proximal; die Zähne des Postabdomens sind stark und breit und auf einer Seite deutlich gewellt bis gesägt. DADAY bringt (88) in tab. 1, fig. 54 u. 55 diese Extreme zur Anschauung. Es finden sich aber, wie aus Fig. 16a—c ersichtlich ist, alle Uebergänge vor, die gleichzeitig, also nicht etwa vertheilt auf verschiedene Jahreszeiten, zu finden sind. Ich fand diese Cladocere während des ganzen Jahres, namentlich in der Stratiotes-Region, in besonders grossen Mengen Mitte März und Anfang Juni 1898. Auch im Plankton wurde sie gar nicht selten angetroffen, so z. B. am 18./9. 98 in grösserer Anzahl.

Als Fischnahrung ist vorzüglich diese *Alona* von grösster Bedeutung. Nach FRIČ u. VÁVRA (94) ist sie im Gatterschlager Teich die Nahrung grösserer Karpfen.

Alona costata SARS und *Alona guttata* SARS. (Taf. 5, Fig. 17 u. 18.)

Diese zwei nahe verwandten Arten, die auch schon für eine Art gehalten wurden, unterscheide ich in folgender Weise: 1) Nach der Grösse: *A. costata* ist nach STINGELIN 0,54—0,6 mm lang, *A. guttata* 0,38 mm.

Von den Exemplaren aus der „alten Donau“ finde ich *A. costata* 0,4 mm, *A. guttata* nur 0,284—0,291 mm. *A. guttata* ist also jeden Falls die kleinere Form.

2) Nach der Form des Postabdomens: Bei beiden Formen verjüngt es sich distal, die dorsale, distale Ecke ist aber bei *costata* etwas abgerundet, bei *guttata* spitz. Weiter ragt der Afterhöcker bei *guttata* viel mehr vor als bei *costata*. An der Dorsalkante des Postabdomens finden sich ausserdem bei *costata* mehr Zähne (bis 13) als bei *guttata* (6—8). Die seitliche Borstenreihe am Postabdomen soll bei *guttata* fehlen, bei *costata* noch zu sehen sein. Von einigen Autoren wird noch angegeben, dass nur *costata* am Schalenhinterrande eine zu diesem parallel laufende „Leistchenreihe“ besitze. Ich konnte eine solche aber auch bei *A. guttata* beobachten.

Ich fand beide Formen nicht gerade häufig in der „alten Donau“, zuweilen auch pelagisch.

Alona pulchra HELLICH. (Taf. 5, Fig. 19.)

Grösse: 354 μ (Schalenhöhe 228 μ).

Alona pulchra und ihre nächsten Verwandten sind wegen zum Theil ungenauer Beschreibungen und Abbildungen und offenbar auch einer nicht unbeträchtlichen Variabilität nur schwer zu bestimmen. Auch die mir vorliegende Form stimmt nicht genau mit den mir zur Verfügung stehenden Diagnosen überein. Der hintere Schalenrand ist z. B. ähnlicher dem von *A. intermedia* SARS, dasselbe gilt vom ventralen Schalenrand; dagegen ist wieder das Auge grösser als der Pigmentfleck[1]). Das Postabdomen stimmt vollkommen mit MATILE's Angaben überein.

Aus alledem ersehen wir, wie revisionsbedürftig auch diese Gruppe ist. Wenn die in den Diagnosen der Autoren angeführten Merkmale constant sind, was ja noch durchaus nicht ganz so sicher ist, wie wir z. B. aus den Grössenangaben der Augen ersehen können, scheint

1) STENROOS (98) sagt allerdings von seiner *A. intermedia* SARS (im Text steht irrthümlich *A. rectangula*; dieser Name ist aber nach einer schriftlichen Mittheilung des Verf. in *intermedia* zu verbessern) p. 196: „Der Pigmentfleck ist etwas kleiner als das Auge.“

meine Form noch am ehesten eine Zwischenform von *A. intermedia* Sars und *pulchra* Hellich zu sein [1]).

Alona rostrata Koch (*Alonella rostrata* Koch). (Taf. 5, Fig. 20.)

Grösse: 454 μ.

Alona rostrata ist besonders an der deutlichen Schalensculptur, ferner (in Zusammenhang damit) an dem gewellten Hinterrand der Schale leicht zu erkennen, indem der Schalenrand zwischen je 2 der bis an ihn herantretenden Längslinien etwas concav ist. Das Rostrum ist ziemlich spitz, der Lippenanhang verkümmert; den Pigmentfleck fand ich in Uebereinstimmung mit Stingelin immer eckig.

In den Bestimmungsschlüsseln wird als Merkmal dieser und der folgenden Art (z. B. bei Matile) angegeben, dass sich am „hintern, untern Schalenwinkel“ 1—4 kleine Zähnchen befinden. Ich habe sie bei *Alona rostrata* aus der „alten Donau“ nicht immer gesehen. Schon Kurz sagt (74, p. 66): „die Unterecke ist mit 1—3 zarten Zähnen bewehrt, selten ungezähnt“. Es wäre wohl besser, dieses Merkmal in die Bestimmungstabellen nicht aufzunehmen, da es leicht zu irrigen Bestimmungen verleiten kann (siehe *Alona falcata* und *Pleuroxus personatus*).

Ich fand *Alona rostrata* mehrere Male im Frühjahr 1898 (April bis Juni) im Chroococcaceen- und Dinobryon-See, einmal sogar auch pelagisch, doch scheint diese Form in unserm Untersuchungsgebiet nicht sehr häufig zu sein.

Alona falcata Sars (*Harporhynchus falcatus* Sars).
(Taf. 5, Fig. 21.)

Grösse: 426 μ.

Alona falcata ist wegen der Form des Rostrums und der Bewehrung des Postabdomens (distal einige grosse Zähne) auf den ersten Blick zu erkennen.

Bei dem abgebildeten Exemplar aus dem Chroococcaceen-See sind die Zähnchen am hintern, ventralen Schalenrand kaum mehr sichtbar.

Ich fand diese Art in wenigen Exemplaren im December 97 und April 98 im Chroococcaceen-See.

---

1) Nach der Bestimmungstabelle (p. 449) in dem Werk Lilljeborg's gehört die vorliegende Form sicher zu *Lynceus rectangulus* G. O. Sars (= *Alona coronata* Kurz = *A. pulchra* Hellich).

Pleuroxus nanus Baird. (Taf. 5, Fig. 22.)

Grösse: 226—240 μ.

Diese bekanntlich kleinste aller bekannten Cladoceren ist an der Schalensculptur leicht zu erkennen. An der ventralen hintern Schalenecke fand ich einmal auf einer Seite 2 Zähne.

Pleuroxus nanus ist das ganze Jahr über eine der gemeinsten Cladoceren. In besonders grossen Mengen fing ich ihn am 19./12. 97 und 30./1. 98. Vom 25./3. dieses Jahres an nahm seine Zahl gegen den Sommer zu ab.

In seinem pelagischen Vorkommen (im Sommer) ist er ein Seitenstück zu *Chydorus sphaericus*. Aehnliches wurde bei *Pleuroxus nanus* und *Pleuroxus exiguus* inzwischen auch von Hartwig (in: Plön. Forschungsber., Jg. 6, u. 7) constatirt.

Als Fischnahrung (sei es nun direct oder indirect) ist diese Cladocere trotz ihrer Kleinheit von grosser Bedeutung.

Pleuroxus personatus Leydig = *Pleuroxus glaber* Schödler = *Pleuroxus uncinatus* Baird = *Pleuroxus balatonicus* Daday. (Taf. 5, Fig. 23a, b.)

Grösse: 538—568 μ.

Eine sehr variable Art, die man aber an folgenden Merkmalen leicht erkennen kann: der dorsale Schalenrand fällt gegen den Schalenhinterrand namentlich bei kleinen, an der hintern, ventralen Schalenecke unbezahnten Individuen steil ab. Die Endkralle des Postabdomens ist an zwei Stellen geknickt, wie die von *Bosmina longirostris*, am Dorsalrand mit einer Härchenreihe besetzt und mit 2 ungleich langen Basaldornen bewehrt.

In Bezug auf die Synonymie von *P. personatus*, *glaber* und *uncinatus* verweise ich auf die Arbeiten von Matile (90), Stingelin (95) und Stenroos (98).

Ich stelle nun auch noch Daday's *Pleuroxus balatonicus* (1888 u. 97) dazu, der sich nur durch seine Kleinheit (0,45—0,55 mm gegen 0,65 mm bei *personatus* nach Stingelin) und die Zahnlosigkeit des hintern, ventralen Schalenrandes unterscheidet. *Pleuroxus balatonicus* Daday ist also ohne Zweifel eine Jugendform von *personatus*.

Ueber die Zähne an der hintern, ventralen Schalenecke schreibt Stenroos (98, p. 204): „Bei zahlreichen von mir untersuchten Exemplaren variirten sie beträchtlich. . . . Manche Exemplare hatten nur 2 Zähne an beiden Schalenklappen, aber ebenso zahlreich waren die mit 3 und 4. Bei einigen fand ich 5 Zähne, andere besassen nur

einen oder entbehrten ihn total. Auch scheint die Zahl der Zähne bei denselben Individuen in den beiden Schalenklappen sehr verschieden zu sein.“ Das stimmt genau mit meinen Untersuchungen. Ich glaube daher, dass es auch hier nicht vortheilhaft ist, ein so variables Merkmal in die Bestimmungstabellen aufzunehmen.

Pleuroxus personatus wurde von mir mehrmals in der Zeit von März bis Juni 1898, in grösster Individuenzahl am 2./6. 98 im Chroococcaceen-See gesammelt. In seinem Vorkommen ist er beschränkt auf die tiefern, nicht mit Pflanzen besetzten, sandigen Stellen. Seine Schale ist oft ähnlich mit Sandtheilchen beladen wie die von *Ilyocryptus sordidus*. Bei dem Bestreben dieser Thiere, sich in Sand einzugraben und unter Blättern und Steinchen, die den Grund des Wassers bedecken, zu verkriechen, könnte man die Thiere für negativ heliotropisch halten, was aber nicht der Fall ist. Sie reagiren vielmehr, nach meiner Untersuchung zu schliessen, auf Lichtreize überhaupt fast nicht. Das Verkriechen ist daher, ähnlich wie bei gewissen Ostracoden, auf Contactreizbarkeit (Stereotropismus) zurückzuführen.

Chydorus sphaericus O. F. M. (Taf. 5, Fig. 24.)

Grösse: 382—456 μ.

Chydorus sphaericus ist an folgenden Merkmalen zu erkennen: der hintere Schalenrand ist gerade, das Postabdomen mit höchstens 9 Zähnen bewaffnet (Unterschied von *globosus* und *latus*). Die Schale ist reticulirt, bald kuglig (Typus A), bald oval (Typus B nach Stingelin).

Diese nirgends seltene Cladocere war auch in der „alten Donau“ zu allen Zeiten gemein. Vom März bis gegen November fand ich sie oft in grössern Mengen auch pelagisch. Leider versäumte ich es, die Häufigkeit der Typen A und B in den einzelnen Jahreszeiten statistisch festzustellen. Hartwig (97) vermuthet nämlich, dass die ovale, im Uebrigen auch hyalinere Form (Type B) im Herbst häufiger auftrete.

Chydorus sphaericus O. F. M. *var. caelata* Schoedler. (Taf. 5, Fig. 25.)

Der Umstand, dass ich Zwischenformen von *sphaericus* und *caelatus* fand, veranlasst mich, in Uebereinstimmung mit einigen neuern Autoren *caelatus* als Varietät von *sphaericus* zu betrachten.

Diese Varietät von *sphaericus* ist an den oft zahlreich an der Schale auftretenden Vertiefungen, die früher für Höcker gehalten wurden, leicht zu erkennen; manche Exemplare fielen mir durch ihre

Grösse auf; auch DADAY (88) giebt als Grösse an: für *Ch. sphaericus* 0,43, für *Ch. caelatus* 0,44—0,47 mm.

Ich fand diese Varietät nicht gerade sehr selten in der Zeit vom 25./3.—14./5 98, zuweilen auch pelagisch; FRIČ u. VÁVRA (94) bezeichnen sie als „häufig nur im März und November" und HARTWIG (97) sagt: „Ueberhaupt tritt sie in den Frühjahrsmonaten am häufigsten auf". Nach diesen Angaben scheint demnach das Productionsmaximum dieser Form in die kältere Jahreszeit zu fallen.

Monospilus tenuirostris FISCHER. (Taf. 5, Fig. 26.)

Grösse: 396 μ.

Die eigenthümliche Lagerung der ältern Schalen über den jüngern, die an den eben besprochenen *Chydorus sphaericus var. caelata* erinnernde Schalensculptur machen das Thier leicht kenntlich.

Das abgebildete Männchen hatte eine verkrüppelte Schwanzkralle; die fehlenden Partien wurden daher auf der Figur durch punktirte Linien ergänzt.

Die vorliegende Form wurde, wie an den meisten andern Orten, auch in unserm Untersuchungsgebiet nur selten beobachtet (November 1897, März 1898).

Leptodora kindti FOCKE.

Da diese Cladocere allgemein bekannt ist, gebe ich von ihr keine Abbildung.

Die ersten Exemplare, und zwar Jugendformen, fing ich am 26./5. 98, die letzten Anfang September; *Leptodora* war überdies in unserm Gebiet nicht sonderlich häufig und auch nur in kleinen Exemplaren zu finden.

Ein schwaches Maximum constatirte ich am 2./8. 99 (49 auf 1 m^3).

Zur Frage über Ursprung und Verbreitung der Entomostrakenfauna des Süsswassers.

Wir haben gesehen, dass die *Bosmina longirostris-cornuta* unseres Gebietes stark ausgeprägten Saisonpolymorphismus zeigt und zwar in der Weise, dass im Allgemeinen für die kalte Jahreszeit die grössern Formen mit langer, gestreckter Antenne und grossem Mucro, für die warme Jahreszeit die kleinen Formen mit kurzer, stark gekrümmter Antenne und kleinem, incisurenlosem Mucro als charakteristisch anzusehen sind. Diese, zuerst von STINGELIN ausführlicher dargestellten Verhältnisse wurden auch an andern Orten von andern Autoren in übereinstimmender Weise beschrieben, in letzter Zeit wieder von SELIGO

(1900, p. 65 d. Sep.). Zu ganz andern Resultaten kommt WESENBERG-LUND in seiner eben (1900) erschienenen Arbeit; er findet, dass „gegen den Winter *var. cornuta* die am häufigsten auftretende“ *Bosmina*-Form ist, und erklärt die Tendenz der Bosminen und vieler anderer Planktonorganismen „zu einer bestimmten Zeit des Jahres den Umfang der Organe zu vergrössern“ als einen Ausdruck für die Bestrebungen, die von Seiten der Organismen gemacht werden — wenn ihre Stoffwechselprocesse nicht länger hinreichend sind — um ihr eigenes specifisches Gewicht in Uebereinstimmung mit der veränderlichen Tragkraft des Wassers im Frühling zu bringen.

Ich dagegen glaube in dem Saisonpolymorphismus der Bosminen einen Hinweis auf die nordische Heimath dieser Thiere zu erblicken. Es wären dann die *cornuta*-Varietäten als durch den langen Sommer, die lang andauernde hohe Temperatur, die intensive, auf lange Zeit ausgedehnte Fortpflanzungsperiode degenerirte Formen anzusehen, denen wir die *longirostris*-Varietäten als normale Formen gegenüber stellen könnten. Nach der herrschenden Ansicht kann nur in südlichern Breiten organisches Leben üppig gedeihen — nordische Formen sind wir gewöhnt für verkümmert, klein, unansehnlich zu halten. Hier als Beispiel der Tropenwald mit seinem vielgestaltigen Thierleben, dort öde Tundren, thierarme Schnee- und Eisfelder; und doch hat noch kaum einer den Versuch gemacht, die auf einem bestimmten Areal lebende Organismenmenge hier wie dort zahlenmässig festzustellen und so in genauen Vergleich zu ziehen. Die Nordpol-Expeditionen bringen uns aber Kunde von dem Vorhandensein wahrer Riesenformen in der nordischen marinen Thierwelt, sowohl im Plankton wie am Grunde des Oceans; wir wissen heute, dass gerade für nordische Meere Thierschwärme charakteristisch sind, die in gleicher Ausdehnung den Meeren südlicher Breiten fehlen. Aehnliche Verhältnisse dürften auch bei der nordischen (wenn auch nicht gerade hochnordischen) Süsswasserfauna zu finden sein.

Ein weiterer Beweis für die nordische Herkunft unserer Thiere wäre vielleicht darin zu suchen, dass die jugendlichen Bosminen durch ihre längere, gestreckte Antenne in allen Jahreszeiten der *Bosmina longirostris*, also der Winterform, ähnlicher sehen als der *var. cornuta*. Wir haben weiter gesehen, dass ein kalter Winter für die Planktonentwicklung im Frühjahr ganz allgemein und für das Gedeihen der *Bosmina* im Besondern geradezu nothwendig ist, ein milder Winter dagegen schwächere Productionsmaxima oder doch eine Verspätung im

Eintritt derselben oft um viele Wochen verursacht. Jeder Schmetterlingszüchter weiss, dass Puppen, über Winter im warmen Zimmer aufbewahrt, verkrüppelte Falter geben, ja es scheint, als wären überhaupt für viele Ruhestadien (Cysten etc.) in der Organismenentwicklung tiefere Temperaturen eine Nothwendigkeit.

Schliesslich möchte ich noch daran erinnern, dass die Formenmannigfaltigkeit der *Bosmina* in nördlichen Breiten eine weit grössere ist als im Süden.

Die Bosminen der *longirostris-cornuta*-Gruppe sind weit verbreitet, und, ähnlich wie die Cyclopiden unter den Copepoden, nur nicht in so hohem Grade, verstehen sie es, sich den verschiedenen Lebensbedingungen anzupassen; im höchsten Norden allerdings, auf den Fär Öer, auf Grönland etc. werden sie durch die hoch nordischen *B. arctica* bezw. *obtusirostris* [1]) vertreten, aber wir finden sie in den Seen der norddeutschen Tiefebene, in den Alpen wie im Balkan, in Palästina, Syrien und Aegypten; damit scheint aber ihre südlichste Grenze noch nicht erreicht zu sein; auch in salzigen Seen ist sie nach Lemmermann zu finden. In den Alpen geht *B. longirostris* allerdings nur bis 1460 m, während die Bosminen der *longispina-coregoni*-Gruppe noch in 2270 m Höhe gefunden wurden (Zschokke, 1900).

Wir haben früher gesehen (s. Anm. 1, S. 107), dass zu ungefähr derselben Zeit die absolute Länge der *Bosmina longirostris-cornuta* an verschiedenen Orten recht verschieden ist; es wäre für unsere Frage von grosser Wichtigkeit, die Variationscurve aller dieser Formen zu kennen, sowie die Art der Vermehrung, Zahl und Zeit des Auftretens der Männchen etc., die gewiss auch in höhern Breiten anders ist als im Süden. So viel ist wohl schon heute als sicher anzunehmen, dass der Variationskreis der „grossen" Bosminen oder Eubosminen nach Seligo im Norden ein weiterer ist als im Süden, z. B. in den Alpen; so aberrante Formen wie z. B. *gibbera*, *berolinensis*, *thersites* etc. wird man hier vergeblich suchen.

Dass endlich nach dem heutigen Stand unseres Wissens der Süden im Allgemeinen als planktonärmer angesehen werden muss als der Norden, wurde schon an anderer Stelle (s. S. 47) erwähnt.

„Auffällig ist auch, dass die tropischen Süsswasserformen . . . . allgemein, wenn auch mit europäischen Arten identisch, nicht, wie man

---

1) Die systematische Stellung derselben ist überdies nach freundlicher schriftlicher Mittheilung der Herren T. Scott u. Wesenberg-Lund noch sehr zweifelhaft!

etwa erwarten könnte, grösser und üppiger, sondern durchweg kleiner sind". (Stingelin, 1900).

Die Hypothese von der nordischen Heimath wenigstens eines Theiles der jetzt lebenden Entomostraken ist ja nicht neu: auf verschiedenen Wegen gelangte man zu derselben Erkenntniss. Ich erinnere nur an die Arbeiten von De Guerne u. Richard über die Verbreitung der Calaniden. Die beiden französischen Forscher glauben, dass die ursprünglich marinen Calaniden in nordischen abgeschlossenen Meerestheilen, die durch verschiedene Umstände langsam ausgesüsst wurden, sich dem Leben im Süsswasser anpassten (einige Calaniden befinden sich ja, so zu sagen, noch gegenwärtig in diesem Uebergangsstadium) und hierauf während der Glacialzeit gegen den Süden vordrangen. Pavesi sagt schon 1883, dass Skandinavien „il paese classico della fauna pelagica, il centro nativo o di dispersione delle specie pelagiche" sei. Ebenso meint Strodtmann (96), es bleibe nichts anderes übrig, „als die Nordpolar-Länder als die ursprüngliche Heimath anzusehen". Zschokke und andere schweizer Zoologen finden, dass zahlreiche Planktonformen der Hochalpenseen als glacialarktische Relicte aufzufassen seien. In seiner letzten, schönen Arbeit (1900) hat Zschokke überdies alle darauf bezüglichen Literaturangaben zusammengestellt.

Nehmen wir nun an, dass wenigstens für die jetzt lebende europäische Entomostrakenfauna der Norden als Urheimath und Ausgangspunkt anzusehen ist, dann müssen wir weiter nach der gegenwärtigen geographischen Verbreitung der Entomostraken auf der Erde im Allgemeinen und im noch am besten erforschten Europa im Besondern fragen. Die herrschende Ansicht ist: es findet sich von so niedern Thieren überall oder fast überall alles oder könnte doch überall gefunden werden, wenn man genauer nachsuchen würde. Dieser Ansicht huldigten schon Darwin, Semper, Schmarda u. A. Sehr richtig, wie ich glaube, sagt aber v. Jhering, es liege in dieser Annahme der gleichmässigen Vertheilung ebensowohl ein Kern von Wahrheit als eine arge Verkennung der wirklich vorhandenen Thatsachen. Es wäre verfehlt, „sich die Süsswasserfauna, von den Protozoen etwa abgesehen, als eine über die ganze Erde hin gleichmässige vorzustellen, denn neben kosmopolitischen Gattungen oder Ordnungen finden sich andere von engerer und charakteristischer Verbreitung". Und selbst von den Protozoen sagt Frenzel (1897), „dass man vorläufig noch berechtigt ist, von einer geographischen Verbreitung der Süsswasser-Protozoen im Sinne höherer Thiere und Pflanzen zu sprechen. . . ."

Seit DARWIN wurde, wie ich glaube, der „zufälligen Verbreitung" niederer Thiere durch Wind, Wellen, Zugvögel etc. eine übertrieben hohe Bedeutung beigemessen.

Wie wir heute wissen, sind, obwohl bis jetzt nur wenige versteinerte Reste gefunden wurden, die Entomostraken als durchaus alte Formen anzusehen. Es ist also, wie schon aus v. JHERING's Untersuchungen hervorgeht, gar kein Grund vorhanden, z. B. die Süsswasserentomostrakenfauna vom Festland weit entfernter Inseln lediglich als vom Festland über die See importirt anzusehen. Je genauer die einzelnen Erdtheile auf ihre Entomostrakenfauna erforscht werden, je mehr man selbst die kleinsten morphologischen Verschiedenheiten des Entomostrakenkörpers beachten lernen wird, desto mehr wird die Lehre von der kosmopolitischen Verbreitung niederer Thierformen wenigstens in der ihr heute gegebenen allgemeinen Fassung an Glaubwürdigkeit verlieren. Wie sie entstehen konnte, das lehrt uns die Geschichte der Entomostrakenforschung. Die ersten Abbildungen, die wir vorzüglich skandinavischen, dänischen und deutschen Forschern verdanken, waren grössten Theils unvollkommen und ungenau, die Speciesmerkmale aus den Beschreibungen der damaligen Zeit werden heute höchstens nur noch als Gattungsmerkmale benutzt. So war es denn damals ein leichtes, an andern Orten aufgefundene Formen unter die wenigen bekannten „Arten", die heute längst als Collectivnamen erkannt sind, unterzubringen.

Als dann später auch in aussereuropäischen Ländern der Entomostrakenfauna einige Beachtung zu Theil wurde, war es ganz dem Ermessen des Forschers überlassen, entweder (das der häufigere Fall, namentlich Anfangs) in neuen Landen neue Formen zu „entdecken", oder (wie es später die amerikanischen Forscher thaten) die gefundenen Formen einfach nach den vorhandenen ungenügenden Beschreibungen mit irgend einer ähnlichen europäischen zu identificiren.

Erst in jüngster Zeit sind wir zu der Erkenntniss gekommen, wie schlecht wir selbst die gemeinsten europäischen Formen kennen und dass wir mit der Systematik derselben eigentlich wieder von vorn anfangen müssen; das gilt namentlich für stark variirende Cladoceren (*Daphnia*).

Trotzdem dürfen wir aber schon heute behaupten, dass, abgesehen von einer allerdings nicht unerheblichen Anzahl von thatsächlich rein kosmopolitischen Formen, die sich aber auch schon durch ihre Resistenz, durch Eurythermie etc. als Ubiquisten documentiren, jeder Welttheil gewisse für ihn typische Entomostraken-Genera wie -Species und vielleicht auch Varietäten beherbergt; ich erinnere nur daran,

dass keiner der amerikanischen Diaptomiden in Europa vorkommt und umgekehrt.

Wie steht es nun mit der Verbreitung der Entomostraken in Europa?

Die bis in die jüngste Zeit herrschende Ansicht ist am besten charakterisirt durch die folgenden Worte des fleissigen Erforschers der Entomostraken Brandenburgs, W. Hartwig: er sagt (97, p. 117):

„Wenn ich behaupten darf, und zwar mit vollem Recht, dass ich in der nähern Umgebung von Berlin etwa ebenso viele niedere Krebsthiere gesammelt habe, wie bisher nur in ganz Norddeutschland aufgefunden wurden, welches Licht wirft dies auf die geographische Verbreitung dieser Thiergruppe? Als Antwort setze ich einige Zeilen hierher, welche ich in der ‚Naturw. Wochenschr.‘, 1896, p. 322 schon darüber aussprach: ‚Die wenigsten Gebiete der Erde, ja auch nur Europas, sind in Bezug auf niedere Krebsthiere hinreichend durchforscht. Warum sind so wenige Gegenden reich an Entomostraken? Weil denselben etwa nur dort die natürlichen Bedingungen gegeben sind? Nein, weil dort Kenner dieser Thiere lebten oder noch leben. Die Entomostraken dürften ziemlich gleichmässig über grosse Striche der Erdoberfläche verbreitet sein; viele sogenannte seltene Arten dürften noch an hundert andern Orten, als wo sie bis jetzt gefunden worden sind, vorhanden sein, nur das Auge des Forschers, das sie zu entdecken vermag, fehlt.‘ In den letzten 10 Jahren und früher sind öfter Arbeiten, mehr oder weniger misslungen, über die geographische Verbreitung der Entomostraken erschienen. Wir sind aber noch nicht so weit, noch lange nicht so weit, über die geographische Verbreitung dieser Thiergruppen etwas Brauchbares schreiben zu können. Wenn der Entomostrakenforschung in nächster Zeit an vielen Orten recht viele Vertreter erwachsen, dann sind wir vielleicht in einigen Jahrzehnten so weit, dass ein Entomostrakenkenner über die geographische Verbreitung dieser niedern Krebse etwas Brauchbares schreiben kann!“

Ueber den Werth der sogenannten „Faunenlisten“, die ja die Grundlage für zoogeographische Studien bilden, äussert sich C. D. Marsh (1900) wie folgt:

“There was a time when such lists were important, before this uniformity of distribution was determined, but that time is long since past, and those European authors who continue to fill the proceedings of learned societies with lists resulting from desultory explorations of one or more lakes are almost wasting printers’ ink.”

Etwas vorsichtiger drückt sich ZSCHOKKE aus (1894): „Eine gewissenhafte Prüfung wird auch kaum leugnen können, dass vielfach faunistisches und biologisches Material zusammengetragen wird, über dessen Werth man sich streiten kann. Es sind Bausteine, die wir nicht verwerfen dürfen, wenn auch deren Verwendbarkeit einstweilen nicht einzusehen ist. . .“

Trotz dieser zum Theil recht wenig aufmunternden Citate machte ich mich an die Arbeit, nach den bisherigen Funden die geographische Verbreitung einiger Entomostraken festzustellen; ich wählte mir natürlich von vorn herein für diesen Zweck am besten geeignet erscheinende Formen aus: unter den Cladoceren *Bosmina*, unter den Copepoden bestimmte *Diaptomus*-Arten.

Ich bin nämlich überzeugt, dass man bezüglich der gleichmässigen Vertheilung und der „zufälligen Verbreitung“ der niedern Krebse entschieden zu weit geht. Wenn man z. B. eine Cladocere, die man bisher für eine ausschliesslich nordische Form hielt, einmal in einem Tümpel bei Madrid findet, so hat dieser Fund noch wenig zu bedeuten, jeden Falls nicht mehr, als wenn gelegentlich einmal ein bosnischer Aasgeier über Wien fliegt. So gewiss man da nicht sagen könnte: „Der Aasgeier kommt in Niederösterreich vor“, so gewiss müsste man erst zeigen, dass die betreffende nordische Cladocere ständig und in annähernd derselben Menge wie im Norden vorkomme, um einen solchen Fund für die gleichmässige Verbreitung der Entomostraken als Beweis heranzuziehen. Auf das quantitative Vorkommen ist aber, wie ich schon früher einmal erwähnte, bisher noch fast gar nicht Rücksicht genommen worden. *Diaptomus wierzejskii*, „which, from its universal distribution in these lochs, might be called the ‚Shetlands-*Diaptomus*‘ “ (SCOTT), ist für diese Inselgruppe ebenso charakteristisch wie etwa für die Hochalpen *D. bacillifer* und *denticornis* (ZSCHOKKE) u. a., für Frankreich *D. vulgaris* (RICHARD). Durch ihre Häufigkeit werden sie auch einem flüchtigen Untersucher der Gewässer dieses Gebiets nicht entgehen.

Ich muss weiter an die Thatsache erinnern, dass in einem Wohngewässer von nahe verwandten planktonischen Krebsen selten mehr als eine Art lebt und wenn ja, dann hat jede ihren besondern Wohnbezirk (*Bosmina* nach BURCKHARDT, LORENZ etc.). So werden auch in dieser Hinsicht nur wenige Fänge nöthig sein, um sich von dem Vorhandensein oder Fehlen dieser oder jener dem Zoogeographen wichtigen Form zu überzeugen.

Es ist also, glaube ich, nicht gar so viel Zeit und Detailarbeit nothwendig, um eine Verbreitungskarte dieser oder jener Form wenigstens in groben Umrissen zu entwerfen. Der Schwierigkeit und Ungenauigkeit einer solchen Arbeit bin ich mir allerdings vollkommen bewusst; sie sind hauptsächlich in der Art der Verwendung der bereits existirenden Literatur begründet.

Abgesehen davon, dass die Autoren es fast durchweg für überflüssig hielten, ihren Faunenlisten auch nur eine ganz flüchtige Kartenskizze beizugeben, die das Aufsuchen der Fundorte jedem Leser doch wesentlich erleichtern würden, ist es oft schwer zu entscheiden, ob die Thiere auch richtig bestimmt wurden.

Obwohl ich daher bei der Feststellung der Verbreitungsgrenzen viele, namentlich ältere Arbeiten ignoriren musste und mich in einigen zweifelhaften Fällen auch direct an die Autoren um Auskunft wandte, blieb doch noch eine grosse Zahl mehr oder minder unzuverlässiger und zweifelhafter Angaben übrig.

Bei dem Umstand, dass die faunistische Literatur schon jetzt so bedeutend angewachsen und so zerstreut ist, dass sie nur schwer ohne grosse Mühe übersehen werden kann, schien es mir ungeachtet der Schwierigkeiten, die mit solchen Arbeiten immer verbunden sind, doch wünschenswerth, einmal das gesammte Thatsachenmaterial zu sichten. Ich hoffe, dass es dadurch in Zukunft leichter sein wird, Lücken auszufüllen, Irrthümer zu berichtigen und zu jenen Resultaten auf Grund späterer Untersuchungen Stellung zu nehmen, zu denen wir heute bei entsprechender Verwerthung des gegenwärtig aufgespeicherten Stoffes geführt werden.

Sehr treffend sagt J. C. C. Loman in seiner letzten Arbeit „Ueber die geographische Verbreitung der Opilioniden“ (1900, p. 102):

„Jeder Forscher, der längere Zeit der Untersuchung einer bestimmten Thiergruppe widmet, und schliesslich eine Uebersicht des Ganzen gewonnen hat, wird dadurch, ob er will oder nicht, zu allgemeinern Begriffen geführt, die gewissermaassen aus dem grossen Factenbestand seines Geistes herauskrystallisiren.

Die so entstandene Auffassung kann aber nothwendig nur eine zeitliche sein, denn sowie unsere Kenntniss der Thatsachen sich vermehrt, geräth sie in Gefahr, modificirt oder sogar als unhaltbar aufgegeben werden zu müssen. Und dennoch sind solche Betrachtungen allgemeiner Art nicht ganz ohne Nutzen, weil sie in einem bestimmten Augenblick den Stand unseres Wissens genau angeben und somit eine Grundlage zu neuern Fortschritten darstellen können.“

Die folgende zoogeographische Skizze möge nur als erster Versuch in dieser Richtung gelten. Von Untersuchungsmaterial standen mir zur Verfügung: zunächst die reiche KOELBEL'sche Sammlung des K. K. naturhist. Hofmuseums in Wien (hauptsächlich Plankton aus Salzkammergut-Seen, aus dem Balkan, dem westlichen Ungarn, Kärnten, Krain, Kroatien, Tirol, Böhmen etc.), ferner die Sammlung CEDERSTRÖM's (Museum f. Naturkunde in Berlin) aus südschwedischen Seen, selbst gesammeltes Material aus Istrien, Kärnten, österreichisch Schlesien und Dänemark. Weiteres Material verdanke ich den Herren: Prof. BÖHMIG (Graz), CORI (Triest, Material vom Pessegger-See [Gailthal]), v. DADAY (Budapest), COSMOVICI (Jassy), BRUNNTHALER (Wien, Material von der Insel Cherso), HARTWIG (Berlin), v. KEISSLER (Wien, Material vom Lunzer See), BURCKHARDT (Lenzburg, Material vom Lago di Como), LEPESCHKIN (Moskau), v. NETTOVICH (Cattaro, Material vom Scutari-See), WALTER (Trachenberg), ZACHARIAS (Plön), REMEČ (Olmütz), HANSEN (Kopenhagen), HEIDER (Innsbruck), VÁVRA (Prag), WERNER (Wien, Material aus dem Isnik-Göl) u. A. m.

Wegen mir unsicher erscheinenden Bestimmungen und über die Fauna ihrer Heimath im Allgemeinen ertheilten mir noch bereitwilligst Auskunft die Herren: POPPE (Vegesack), SELIGO (Danzig), WESENBERG-LUND (Lyngby), SCOURFIELD (Leytonstone), G. O. SARS (Christiania), T. SCOTT (Aberdeen).

Bei der Menge des Materials, das mir zur Verfügung stand, war es mir nur zum kleinsten Theil möglich, mich in Details einzulassen (Diaptomiden des Balkans); ich musste mich hauptsächlich wegen Zeitmangel nothgedrungen auf flüchtiges Bestimmen beschränken, um so wenigstens in groben Zügen ein Bild von der gegenwärtigen Verbreitung einiger Entomostraken entwerfen zu können.

Im Folgenden sollen nun die einzelnen untersuchten Formen bezüglich ihres Vorkommens abgehandelt werden. Beginnen wir als Vertreter der Cladoceren mit

Bosmina. (Taf. 6.)

Auf detaillirte Specialstudien konnte ich mich, wie schon erwähnt, nicht einlassen; ich konnte daher nur die beiden Hauptgruppen der Bosminen, nämlich *Bosmina cornuta-longirostris* und *Bosmina longispina-coregoni-bohemica* im Allgemeinen berücksichtigen; von der erstern standen mir gegen 130, von der letztern gegen 70 Fundorte zur Verfügung; davon hatte ich von der erstern Gruppe Individuen von 31, aus der letztern von 23 Fundorten selbst Gelegenheit zu untersuchen.

Die beiden Gruppen sind in der Regel leicht aus einander zu halten; nur in einem Falle machte die Bestimmung einige Schwierigkeiten (Attersee); es scheinen also auch zwischen diesen beiden Gruppen Uebergänge vorzukommen, worauf überdies, nach einem kurzen Referat ZSCHOKKE's zu schliessen, bereits von anderer Seite aufmerksam gemacht worden zu sein scheint (LINKO, 1899).

In den südschwedischen Seen Skandinaviens finden sich beide Bosminen überall in grosser Zahl, doch scheint hier schon *B. cornuta-longirostris* etwas an Zahl zurückzustehen, was mit den Befunden ZSCHOKKE's (1900, p. 156) übereinstimmen würde, der, wie schon früher erwähnt, berichtet, dass in den Alpen die Bosminen der *coregoni*-Gruppe höher emporsteigen (bis 2270 m, Oberer Splügen-See) als *B. longirostris* (1460 m, Lac de Champex). *Bosmina bohemica-longispina-coregoni* sind nach einer freundlichen schriftlichen Mittheilung von Herrn Prof. G. O. SARS (3./11. 1900) auch im südlichen Norwegen aufgefunden worden.

Ueber die englischen Bosminen schrieb mir Herr SCOURFIELD (28./8. 1900), *Bosmina longirostris* sei „very common in most parts of the country, except mountainous districts". Hier wird sie nämlich von *B. longispina* vertreten.

Nach den Untersuchungen von SCOTT und PRATT hat es den Anschein, als wenn das nördlichste Schottland, das Land der „grossen Bosminen" wäre, und einer Zone, in der beide Formen neben einander vorkommen, sich Gebiete anschliessen würden, in denen *B. longirostris* vorherrschend ist. Auf den Shetlands-Inseln wurde allerdings nur *B. longirostris* gefunden; auf Irland an drei in NW. gelegenen Fundorten die „grosse" *Bosmina*, nur auf einem, südöstlich gelegenen, die „kleine". Ueber die Bosminen des südlichen Englands lagen mir keine neuern Arbeiten vor; ich vermuthe, dass hier hauptsächlich oder ausschliesslich, wie im benachbarten nordwestlichen Frankreich, nur *B. longirostris* vorkommt.

Ueber die Bosminen Dänemarks schreibt mir Herr WESENBERG-LUND (31./8. 1900): „Ueberall in unsern grössern Seen ist *B. coregoni* zugleich mit der Hauptmasse der von BURCKHARDT angegebenen Formen zu finden, und in den kleinern sucht man selten *B. cornuta* mit den dahin gehörigen Varietäten vergebens." Im Gegensatz zu England kommen also hier beide Formen in derselben Höhenlage vor.

Ganz Aehnliches finden wir in der sehr gut durchforschten norddeutschen Tiefebene. Während aber *B. longirostris* weiter nach Süden geht, ist die südlichste Grenze für die „grossen Bosminen"

vorläufig etwa durch folgende Punkte gegeben: Emden, Dümmersee, Steinhuder Meer, Teupitz-See (südlich von Berlin), Lautenburg.

In den Niederlanden und dem weit besser als dieses durchforschten Frankreich, in Süddeutschland, Oesterreich (mit Ausnahme des Böhmerwaldes und der Alpenländer), Ungarn, Italien, dem Balkan, weiter in Kleinasien (Isnik-Göl, leg. Dr. WERNER, 8./8. 1900), Palästina, Aegypten wurde bisher ausschliesslich *Bosmina longirostris-cornuta* gesammelt, im Böhmerwald ausschliesslich *Bosmina bohemica.* In den Alpen finden sich beide Formen vor, und zwar, ähnlich wie in den dänischen Seen, bevorzugt nach BURCKHARDT (1900) in den Schweizerseen *Bosmina coregoni* die grossen, *B. longirostris* die kleinen Seen der Ebene.

B. longirostris ist in kleinen Seen limnetisch, in grössern hemipelagisch oder litoral, *Bosmina coregoni* eine ausgesprochene Planktonform. Nach meinen Untersuchungen scheint diese Form auch in den Salzkammergutseen vorzuherrschen; der östlichste Fundort dürfte gegenwärtig der Lunzer See sein (südöstlich von Waidhofen a/Ybbs, Niederösterreich, leg. Dr. v. KEISSLER).

Das grosse Russische Reich ist noch sehr unvollkommen erforscht; folgendes lässt sich indessen heute schon sagen: im hohen Norden (Halbinsel Kola, Südrand des Weissen Meeres), bis herab nach Perm finden wir *Bosmina obtusirostris*, weiter südlich scheinen wieder die „grossen Bosminen" vorzuherrschen und aus der Umgebung von Moskau und Kasan endlich wird das Vorkommen beider, der grossen und kleinen Bosminen gemeldet. Aus Südrussland fehlen mir Daten.

Die Diaptomiden der *vulgaris*-Gruppe. (Taf. 7.)

Diaptomus vulgaris (*coeruleus*) gehört, wie *D. castor*, zu den bezüglich ihrer Verbreitung in Europa am schlechtesten bekannten Diaptomiden; über seine Variabilität sowie über seine systematische Stellung zu den übrigen Formen, die SCHMEIL in dieser Gruppe vereinigt, habe ich an anderer Stelle (1900b) bereits berichtet, ebenso über das Wenige, was sich gegenwärtig über seine Verbreitung aussagen lässt. Ich recapitulire daher hier nur kurz, dass *D. vulgaris* wohl in Europa allgemein verbreitet, aber nicht gleichmässig vertheilt ist: in Frankreich ist er die gemeinste Art, während z. B. in Mitteldeutschland *D. gracilis* entschieden in den Vordergrund tritt, dagegen scheint *D. gracilis* wiederum weiter nach Süden, in der mediterranen Zone seltner zu werden, ebenso im östlichen Theil der ungarischen Tiefebene. Sehr auffallend ist das Vorkommen dieser Art an 2 Stellen des westlichen

Frankreichs; es müsste durch weitere, genaue Untersuchungen festgestellt werden, ob dieser französische *D. gracilis* bezüglich seiner Herkunft mit dem *D. gracilis* aus den Westalpen oder aus England in Beziehung zu bringen ist.

Nach einer schriftlichen Mittheilung des Herrn Scourfield ist *D. gracilis* „extremely common in almost all parts of the British Isles.“

Diaptomus graciloides ist früher mit *gracilis* verwechselt bezw. von dieser Form nicht unterschieden worden, weshalb bei der Feststellung seines gegenwärtig bekannten Verbreitungsgebiets grosse Vorsicht nothwendig ist. In Skandinavien scheint er überall verbreitet zu sein, von England dagegen ist mir kein Fundort bekannt. In Russland kennen wir ihn von der Halbinsel Kola, dem nördlichsten Ural, aus Finnland und von der Waldeihöhe. Die südlichsten Fundorte dürften gegenwärtig sein: Moskau und Akmolinsk. In Ostdeutschland wurde *D. graciloides* nach einer freundlichen schriftlichen Mittheilung jüngst von Seligo entdeckt, nach Süden geht er sicher bis Breslau und soll nach Wierzejski auch in der Tatra vorkommen. Dass er in Norddeutschland die Elbe überschreitet, ist wohl wahrscheinlich, aber nicht erwiesen. Poppe fand hier seiner Zeit nur *D. gracilis*, ist aber, nach einer persönlichen Mittheilung, heute nicht mehr in der Lage, anzugeben, ob nicht doch unter diesen *D. gracilis* sich auch *D. graciloides* vorfanden. Sicher gestellt ist dagegen sein Vorkommen im Eifelmeer und im französischen Jura. Es liegt daher die Möglichkeit vor, eine auf diesem Weg erfolgte Ausbreitung der nordischen *D. graciloides* nach Süden und zwar bis an den Südrand der Alpen anzunehmen. Hier entdeckte Burckhardt (1900) die interessante *var. pardana*, mit der wieder die von mir bei Triest gefundene *var. intermedia* verwandtschaftliche Beziehungen zeigt. Neuerdings gelang es mir aber auch, in einem Kärnthner See, dem Pressegger See (eine Planktonprobe verdanke ich den Bemühungen meines Chefs, des Herrn Prof. Cori, der für mich dort am 14./8. 1900 fischte) einen typischen *D. graciloides* nachzuweisen[1]).

Ich möchte noch erwähnen, dass uns von *Diaptomus gracilis* gegenwärtig über 150 Fundorte bekannt sind; aus fast einem Drittel derselben stammende habe ich selbst bestimmt oder nachbestimmt.

---

1) Vor Kurzem wurden „wenige Exemplare“ des *D. graciloides* auch im Attersee aufgefunden (s. Vorl. Mitth. über das Plankton des Attersees in Oberösterreich von J. Brunnthaler, S. Prowázek u. R. v. Wettstein in: Oesterr. bot. Zeitschr., 1901, No. 3, p. 5 d. Sep.

Von *D. graciloides* ist die Zahl der als sicher anzunehmenden Fundorte selbstverständlich kleiner, aber wir können wohl trotzdem heute schon mit einiger Sicherheit annehmen, dass *D. graciloides* im Norden, bis herab an die Südgrenze der norddeutschen Tiefebene, allgemein verbreitet ist und häufig vorkommt, dass weiter nach Süden zu seine Zahl abnimmt und gegenwärtig der Südrand der Alpen als südlichstes Verbreitungsgebiet des *Diaptomus graciloides* anzusehen ist, so fern wir von dem Funde einer dem *D. graciloides* nahe stehenden, aber noch nicht näher bekannten Form in Algier (SARS) absehen.

Als Verbindungsbrücke der nördlichen und südlichen *D. graciloides* müssen wir mit BURCKHARDT die Höhen der Eifel und des französischen Jura ansehen.

Ueber die spärlichen bisher bekannt gewordenen Fundorte eines ebenfalls zur *vulgaris*-Gruppe gehörigen Centropagiden, *Diaptomus zachariae* POPPE, wurde bereits an anderer Stelle (1900c) von mir berichtet.

Diaptomus denticornis, *bacillifer* und *wierzejskii*. (Taf. 8.)

Diaptomus denticornis, *bacillifer* und *wierzejskii* zeigen in ihrer Verbreitung so vielfache Uebereinstimmungen, dass wir sie am besten unter einem besprechen; sie sind alle notorisch hoch nordische Formen. Den *D. bacillifer* fand SARS während der Jana-Expedition „an den nördlichsten erreichten Punkten der neusibirischen Inseln noch massenhaft“ vor (ZSCHOKKE, 1900), *D. wierzejskii* ist, wie wir schon hörten, charakteristisch für die Gewässer des nördlichen England und der benachbarten kleinen Inseln. Auffallend ist aber, dass diese Formen im Gegensatz z. B. zu den „grossen“ Bosminen, deren nordischen Ursprung wir ja auch nachzuweisen suchten, weiter südlich äusserst spärlich auftreten und erst in den Alpen und im Böhmerwald wieder in grössern Mengen vorkommen; die Fundorte für *D. denticornis* (Kraterseen der Eifel, nach RICHARD) und *wierzejskii* (Halle a. S., RICHARD und SCHMEIL) haben wir wohl ebenfalls wieder als Reste einer einstmaligen Verbindungsbrücke der nordischen und montanen Formen anzusehen.

ZSCHOKKE sagt von den beiden, für die Hochalpen sehr charakteristischen Diaptomiden, dass „*D. bacillifer* in noch höherm Maasse ‚alpin‘ ist als *D. denticornis*“. Ich fand beide Arten in den Salzkammergutseen wieder; *Diaptomus bacillifer* reicht aber in Ungarn nicht nur bis zum Plattensee, er scheint geradezu typisch zu sein für die Tiefebene zwischen Donau und Theiss und tritt im Osten in den Transsylvanischen Alpen wieder auf; ja ich konnte ihn sogar für die

Umgebung von Jassy (Rumänien) nachweisen (leg. Prof. COSMOVICI) Damit soll aber nicht gesagt sein, dass *D. bacillifer* etwa nicht eine hoch nordische bezw. alpine Form sei; wir ersehen nur daraus, dass unter gewissen, in ihren Ursachen uns noch wenig bekannten Umständen auch nordisch-alpine Formen weit ins Tiefland herabgehen können. So treffen wir ja auch den hoch nordischen *D. wierzejskii* in der ungarischen Tiefebene wieder, und wenn RICHARD diese Art in der Umgebung von Madrid und Valladolid wiederfand, so scheinen mir diese Funde noch nicht gegen die nordische Abkunft des *D. wierzejskii* zu sprechen, wie man anzunehmen geneigt wäre; vielmehr ersieht man daraus nur, „welche erheblichen Temperaturunterschiede ein und dieselbe Art . . . . zu ertragen vermag" (SCHMEIL). Ich komme noch später auf diesen Gegenstand zurück.

Diaptomus laciniatus, tatricus, alluaudi, lilljeborgi, pectinicornis, chevreuxi, steindachneri. (Taf. 9.)

Den *Diaptomus laciniatus* verwendet BURCKHARDT (1900) zur Gruppirung der Schweizer Seen; er sagt (p. 683): „In einzelne Verbreitungsgebiete wird sich unser Gebiet nur nach den *Diaptomus*-Arten eintheilen lassen. Nach diesen können wir das insubrische Gebiet vom nordalpinen, in diesem wieder eine westliche Hälfte bis zum Zuger See (mit *D. laciniatus*) von einer östlichen (ohne diesen) trennen". In den Ostalpen fand ich diese Form bisher in dem Mondsee und dem Attersee sowie in einer Lache auf dem Zirbitzkogel der Saualpe [1]). Nach SARS [schriftliche Mittheilung] ist diese Form sehr häufig in Finmark.

Das Verbreitungsgebiet der folgenden Diaptomiden: *Diaptomus alluaudi, lilljeborgi, pectinicornis, steindachneri, chevreuxi, roubaui, similis, tatricus* (ihre Zahl dürfte sich in Zukunft vielleicht noch vermehren, vielleicht auch um die eine oder andere der angeführten Formen vermindern) erstreckt sich gegenwärtig etwa über folgende Ländercomplexe: die Pyrenäische Halbinsel, das südlichste Frankreich (Italien ist leider noch fast ganz unerforscht), den Balkan, Ungarn und Galizien, ferner die das Mittelmeer im Osten und Süden begrenzenden Theile Asiens und Afrikas und die Canarischen Inseln. Wir können die genannten Diaptomiden also vorläufig als circummediterrane Formen im weitesten Sinne ansehen.

---

1) s. darüber 1900c.

Heterocope. (Taf. 10.)

Von den 3 *Heterocope*-Arten *saliens*, *weismanni* und *appendiculata* scheint die letztere am wenigsten weit nach Süden zu gehen, nämlich nur bis Norddeutschland östlich der Elbe; die südlichsten Fundorte dürften gegenwärtig sein: der Werbelin und Ruppiner See im Norden von Berlin. In den Alpen finden wir hauptsächlich *H. saliens*, seltner *weismanni*[1]), die, bisher wahrscheinlich oft mit ersterer verwechselt, von mir im Material aus dem Schliersee und Chiemsee gefunden wurde; in dem letztern will IMHOF *H. saliens* gefischt haben.

H. saliens ist mir noch aus der Gegend von Seefeld (Tirol, leg. HELLER) und dem Augst(wiesen?)-See (südlich vom Traunsee, leg. KOELBEL) bekannt.

Schliesslich mag noch erwähnt sein, dass eine der *appendiculata* verwandte Form, *H. caspia*, von SARS im Kaspi-See gefunden wurde.

Eurytemora. (Taf. 11.)

Die Arten des Genus *Eurytemora* leben, wie bekannt, in See-, Brack- und Süsswasser und kommen, wenn wir von den drei im Kaspi-See bisher gefundenen Arten *E. velox* (= *lacinulata*), *affinis* und *grimmi* absehen, ausschliesslich in Nordeuropa, vorzüglich der Küste entlang vor, so z. B. *E. velox* von der Bretagne bis zum Bottnischen und Finnischen Meerbusen. In Frankreich geht sie nach unsern gegenwärtigen Kenntnissen landein bis Paris, in Deutschland bis Magdeburg und zum Teupitz-See. Für *E. lacustris* bildet gegenwärtig die Elbe die westliche Verbreitungsgrenze; nach Süden wurde sie, ähnlich wie die vorhergehende, in Deutschland bis in die Gegend von Berlin beobachtet. Wie mir Herr Prof. SARS mittheilte, ist diese Form sowohl im südlichen Norwegen wie in Schweden gefunden worden.

Limnocalanus. (Taf. 9.)

Wie *Eurytemora* lebt *Limnocalanus* marin, aber auch im Brack- und Süsswasser. Doch scheint er von den drei letztgenannten Gattungen am wenigsten weit nach Süden zu gehen. Während ich z. B. in den südschwedischen Seen *Eurytemora*, und zwar vertreten durch die Art *velox*, allgemein verbreitet fand, scheint *L. macrurus* auf die nördlichste Zone dieser Seengruppe beschränkt zu sein.

---

1) Nach einer schriftlichen Mittheilung des Herrn Prof. SARS ist *Heterocope saliens* in ganz Norwegen bis zur Finmark verbreitet, *H. borealis* (= *weismanni*) sehr gemein bis zur Finmark.

Zusammenfassung.

Die Verbreitungszonen europäischer Entomostraken und ihre Beziehungen zu der Ausbreitung der europäischen Eiszeiten. (Taf. 12.)

Wir haben im Vorhergehenden gesehen, dass nach unsern gegenwärtigen Kenntnissen von der Verbreitung der Entomostraken von einer allgemeinen, gleichmässigen Verbreitung derselben in Europa nicht gesprochen werden kann, es kann unmöglich, wie man früher allgemein annahm, ein reines Spiel des Zufalls sein, wenn man bisher gewisse Arten immer nur in einem bestimmten Areal häufig fand, an andern Orten seltner, in vielen andern Gegenden noch gar nicht; so wird es z. B. kaum möglich sein, in Böhmen jemals *Limnocalanus* zu finden, wie Mrázek (1893) zu hoffen scheint u. s. w.

Wenn wir nun in Uebereinstimmung mit ältern Autoren den Norden der paläarktischen Region als die Urheimat der jetzt lebenden Entomostrakenfauna ansehen, dann wollen wir nun versuchen, von Norden nach Süden vorschreitend, die Verbreitungszonen der Entomostraken auf Grund der Verbreitung der einzelnen hier berücksichtigten Formen genauer anzugeben.

I. Eine arktische Region lässt sich charakterisiren

1) durch das Fehlen einer grossen Anzahl südlicherer Formen;

2) durch das Vorkommen einiger für sie typischer Arten und Varietäten;

3) durch das Vorkommen solcher Formen, die erst weit südlicher (in den Alpen etc.) wieder als Gebirgsformen auftreten.

Leider ist gerade diese Region noch viel zu wenig und auch zu ungleichmässig erforscht, als dass sich genaue Grenzen nach Süden zu sowie die einzelnen Thierformen mit Sicherheit heute schon angeben liessen.

Zur ersten Gruppe gehören z. B. alle Diaptomiden, die wir später als mediterrane kennen lernen werden,

zur zweiten gewisse Bosminen (*obtusirostris-arctica* von Sibirien, dem europäischen Nordrussland, Kola, Grönland etc. [1]), *Diaptomus glacialis* Lillj. (Insel Waigatsch, Nowaja Semlja, Island) und andere Arten dieses Genus, ferner die *var. raboti* J. Rich. von *Eurytemora affinis* (Spitzbergen).

---

1) Wie mir Herr Prof. Sars mittheilte, soll *B. obtusirostris* auch in Schottland vorkommen.

Zur dritten Gruppe endlich wäre z. B. zu rechnen: *Diaptomus bacillifer.*

Eine allgemeine Südgrenze dieser Region ist auch deswegen schwer genau festzustellen, weil die einzelnen hier berücksichtigten Formen verschieden weit nach Süden vordringen, doch lässt sich mit ziemlicher Sicherheit angeben, dass noch der Nordrand von Sibirien, der östliche Theil des europäischen Russlands und wahrscheinlich der Norden der Skandinavischen Halbinsel sowie die Fär Öer, Island und Grönland dieser Region zuzurechnen sind.

Dabei ist zu bemerken, dass die Fauna Islands und Grönlands sowohl paläarktische wie nearktische Elemente enthält, wie das Vorkommen von *Diaptomus minutus* LILLJ. (nördliches Nordamerika, Island, Grönland) und *Diaptomus glacialis* LILLJ. (Nordrussland, Island) beweist.

II. In die nächste Zone gehören die Seen der norddeutschen Tiefebene. Als Westgrenze müssen wir nach der Verbreitung von *Heterocope appendiculata* und *Eurytemora lacustris* zu schliessen, das Mündungsgebiet der Weser und Elbe betrachten; von hier dürfte die Grenze zunächst im Bogen dem Elbufer entlang bis in die Gegend von Berlin und weiter nach Osten gegen Warschau verlaufen. Für Russland fehlt mir die nöthige Zahl von Fundorten; glücklicher Weise existirt aber eine zoogeographische Studie des russischen Zoologen N. ZOGRAF über die Verbreitung der Süsswasserfauna Russlands, und es zeigt sich nun, dass im Grossen und Ganzen die von mir gefundenen südlichen Verbreitungsgrenzen eine Fortsetzung der von diesem Autor festgestellten Grenzen der Verbreitungsgebiete der russischen Fauna nach Westen darstellen. Nach ZOGRAF ginge also dann die südliche Grenze unserer 2. Zone (von ZOGRAF ebenfalls das Gebiet der 2. Seengruppe genannt) im Bogen von Warschau nach Moskau und von da an ungefähr in der Richtung des 40. Meridians (östl. L. v. Greenw.) nach Norden dem Weissen Meer zu. Der Verlauf dieser Linie ist überdies, wie ZOGRAF auf seiner Karte durch einige Fragezeichen andeutet, noch nicht ganz sicher; ich würde glauben, dass sie noch weiter östlich, gegen den Ural zu endigt. Was die niedern Krebse (Copepoden, Cladoceren und Ostracoden) betrifft, so weisen nach ZOGRAF [1]) diese Seen der 2. Gruppe eine nicht geringe Uebereinstimmung einerseits mit den Seen von Norddeutschland, andererseits

---

1) Die Uebersetzung dieser Stellen der russisch geschriebenen Arbeit verdanke ich Herrn cand. phil. W. APPELT (Prag).

mit denjenigen der alpinen Vorgebirge auf. In ihnen treten nach Zograf solche Bewohner kalter Gewässer auf, wie z. B. *Bythotrephes longimanus*, die in den Seen der nächstfolgenden 3. Gruppe fehlen; dieselben Resultate ergiebt die Untersuchung der Rotatorienfauna.

Für die Seen der norddeutschen Tiefebene scheinen mir von den untersuchten Formen neben den schon genannten Centropagiden besonders die „grossen“ Bosminen charakteristisch, die hier in einer Formenmannigfaltigkeit auftreten, wie man sie weiter südlich in den Alpen kaum wieder antrifft.

Ich will gleich vorweg erwähnen, dass Zograf die Abgrenzung der einzelnen russischen Seengruppen nach dem Süden in Beziehung bringt zu der Ausbreitung der einzelnen Epochen der Glacialzeit, deren er mit Geikie 4 unterscheidet. Danach würden somit die Seen der 2. Gruppe einer spätern und engern Ausdehnungslinie, also der 3. Periode der diluvialen Vergletscherung entsprechen.

Wie nun ein Blick auf die von Geikie entworfene Karte der europäischen Eiszeiten lehrt, fällt auch in Deutschland, ähnlich wie in Russland, die südliche Verbreitungsgrenze der im Obigen namhaft gemachten Entomostraken ziemlich genau mit der Ausbreitung der 3. Glacialperiode in Deutschland zusammen. Einige Formen allerdings, besonders die „grossen“ Bosminen, überschreiten dieses Gebiet, allein wir finden auch auf der Zograf'schen Karte, dass die zoogeographischen Gebiete durchgehends ein weiteres Areal umfassen als die von den Geologen vorzüglich auf Grund der vorgefundenen Moränen gezogenen Grenzen für die ehemalige Ausbreitung des Inlandeises der betreffenden Glacialperioden. Zur Erklärung dieser Erscheinung könnten wir zunächst an die den Endmoränen vorgelagerten „Moränenlandschaften“ denken, die mit ihren Seen, Teichen, Torfmooren und Sumpfwiesen, der reichen Entfaltung einer vielgestaltigen Entomostrakenfauna besonders günstige Lebensbedingungen boten, sowie auch die Möglichkeit einer spätern, postglacialen Ausbreitung der einzelnen Krebsformen über den Moränengrenzwall hinaus in Folge der im Nachbargebiet wenig oder gar nicht verschiedenen Lebensbedingungen im Auge behalten — ein bei der bekanntermaassen oft beobachteten „passiven“ Wanderung niederer Organismen gewiss sehr leicht möglicher Fall.

III. Die Charakteristik der Fauna der nun folgenden 3. Seengruppe, die in ihrer Ausdehnung mit dem Verbreitungsbezirk der 2. Glacialepoche zusammenfallen würde, kann, wie schon Zograf sehr richtig

bemerkt, vorläufig nur eine negative sein: sie ist ausgezeichnet durch das Fehlen vieler der für die 2. Seengruppe typischen Formen. Im Osten, in Russland, ist die südliche Grenze wegen der unzureichenden Erforschung des südlichen Russlands nicht genau festzustellen, im Westen scheint für diese Zone das vollständige Fehlen der „grossen“ Bosminen, der Genera *Heterocope* und *Eurytemora* charakteristisch zu sein. Dagegen kommt *D. graciloides* noch in dieser Zone vor, und wir dürfen erwarten, dass in Zukunft noch weitere Fundorte dieses Copepoden zu unserer Kenntniss kommen werden; bisher wurde er ja in so vielen Fällen mit *D. gracilis* verwechselt.

IV. Der 4. Bezirk, den ZOGRAF nun weiter südlich noch unterscheidet, weicht, wie wir einem Referat ZSCHOKKE's entnehmen (in: Zool. Ctrbl., 1896, p. 482), „in seinen Seen sehr von den drei ersten ab. Er enthält die eigentlichen Steppengewässer. Die Wasserbecken liegen den Meeren nahe; viele von ihnen tragen deutlich den Stempel marinen Ursprungs; die meisten sind typische Salzseen.“

In der That scheinen auch bezüglich der Entomostraken sowohl Steppen- wie Salzwasserformen noch weiter gegen Westen bis nach Galizien und Ungarn und vielleicht noch weiter vorzudringen: ich erinnere an das Vorkommen von *Diaptomus salinus* DADAY in Ungarn und den *Diaptomus pectinicornis* WIERZ., der nach dem Entdecker im nordöstlichen Galizien vorkommt, von WIERZEJSKI geradezu eine Steppenform genannt wird.

Im Uebrigen ist aber die Entomostrakenwelt der Gewässer der 4. Zone in Westeuropa so wenig einheitlich, dass wir sie nothgedrungen weiter untertheilen müssen; die Höhenverhältnisse der einzelnen Verbreitungsgebiete werden bei dieser Eintheilung maassgebend sein. Beginnen wir im Westen, in Frankreich. Wenn wir von dem gebirgigen Südosten und der Mittelmeerküste absehen, ist für dieses Gebiet das Fehlen der „grossen Bosminen“, des *D. graciloides*, charakteristisch. Selbst *D. gracilis* scheint nur sehr vereinzelt im Nordwesten vorzukommen; dieser Fund bedarf überdies noch der Erklärung; dagegen treten die „kleinen“ Bosminen und *Diaptomus vulgaris* in den Vordergrund.

Weiter östlich haben wir wohl die Höhenzüge dem Rheinstrom entlang (einige derselbe lassen ja, wie z. B. die südlichen Vogesen, der Schwarzwald, deutlich Glacialphänomene erkennen) als eine Verbindungsbrücke alpiner und norddeutscher Formen zu betrachten; diese Ansicht wurde wenigstens bezüglich der Verbreitung von *D. graciloides* schon früher von BURCKHARDT und mir ausgesprochen

Süddeutschland ist leider noch zu wenig erforscht. Böhmen (von den Randgebirgen abgesehen), Mähren, Schlesien, wohl auch Westgalizien, der nördliche Theil von Ober- und Niederösterreich und ferner das nordwestliche Ungarn bilden wiederum ein einheitliches Ganzes; die „kleinen" Bosminen und *Diaptomus gracilis* sind für dieses Gebiet charakteristisch, *D. graciloides* scheint ganz zu fehlen.

Die Gebirgszüge, also die Alpen, die böhmischen Randgebirge und die Karpathen haben, abgesehen von gewissen unbedeutendern Unterschieden, doch eine so einheitliche Entomostrakenfauna, dass wir diese Gebiete gegenwärtig noch unter einem Namen, etwa Montangebiet, zusammenfassen können.

In allen diesen Gebirgsketten (die Pyrenäen und der Kaukasus gehören wohl auch dazu) haben gewisse Diaptomiden nordischen Ursprungs (*D. bacillifer*, *denticornis*, *laciniatus*) ausgedehnte Verbreitung, auch die „grossen" Bosminen, die wir von der 2. Zone ab vergebens suchten, treten hier, vorzüglich in den Alpen, wieder auf. Ihre Entomostrakenfauna hat hauptsächlich in einigen schweizer Zoologen sehr gründliche Bearbeiter gefunden.

Es ist nun aber, wie schon früher erwähnt, eine ganz eigenthümliche Erscheinung, dass gewisse typisch glacial-arktische Gebirgsformen tief ins Flachland von der Höhe herabsteigen; wir haben indessen gesehen, dass ganz allgemein die Entomostraken die ihrer Verbreitung durch die Ausdehnung der einzelnen Eiszeitbezirke gezogenen Schranken überschreiten, und wir haben schon früher versucht, dafür eine Erklärung zu geben.

So darf es denn, um auf früher Angedeutetes zurückzukommen, gar nicht so wunderbar erscheinen, wenn wir in Spanien, auf dessen Gebirgshöhen ja ebenfalls die Glacialzeit Spuren hinterlassen hat, gewisse glaciale Formen, wie z. B. *D. wierzejskii* gelegentlich „in der Umgebung von Madrid und Valladolid" wiederfinden.

Was nun speciell Ungarn, dieses für den Zoogeographen überaus interessante Land, anlangt, so sehen wir, dass sich auch seine Entomostrakenfauna aus Elementen recht verschiedener Herkunft zusammensetzt. Aus dem Nordwesten scheinen gewisse Formen einzudringen, Alpenformen gehen weit herab bis in die Pussten-Gebiete zwischen Theiss und Donau, auch an Steppenformen wird es vermuthlich nicht fehlen. Dazu kommen nun noch die Vertreter der letzten, der

V. circummediterranen Zone, die nach Norden bis Ungarn vordringen.

Nach unsern gegenwärtigen Kenntnissen liesse sich die circummediterrane Planktonfauna im Allgemeinen und die Entomostrakenfauna im Besondern etwa folgendermaassen charakterisiren: die Süsswässer dieser Zone sind im Allgemeinen quantitativ und qualitativ planktonarm; die Rotatorien herrschen vor, die Entomostraken treten zurück. Neben den kosmopolitischen Copepoden (hauptsächlich *Cyclops*-Arten) finden wir weit verbreitet die kleinern Cladoceren: *Diaphanosoma* und *Bosmina longirostris-cornuta*; die „grossen" Bosminen scheinen zu fehlen, die grossen Daphnien stark an Zahl abzunehmen. Dazu treten hier noch gewisse schon früher (S. 141) erwähnte Diaptomiden auf, die wir nach unsern gegenwärtigen Kenntnissen als Leitformen der circummediterranen Entomostrakenfauna anzusehen haben. Es scheint die circummediterrane Zone einen Uebergang zu bilden zwischen den reichbevölkerten nordeuropäischen Seen und den tropischen Gewässern mit ihrer armen, verkümmerten Entomostrakenfauna.

Literaturverzeichniss.

1900. Amberg, Otto, Beiträge zur Biologie des Katzensees, in: Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich, Jahrg. 45.

1900. Arnold, J., Sommer- und Winterplankton einiger Seen der Waldaihöhen und die Nahrung der Fische (russisch), Petersburg.

1896. Apstein, C., Das Süsswasserplankton, Kiel u. Leipzig.

1888. Barrois, Th. et Moniez, Matériaux pour servir à l'étude de la faune des eaux douces des Açores. IV. Crustacés.

1891. Barrois, Th., Sur trois Diaptomus nouveaux des environs du Caire, in: Rév. biol. Nord France, p. 2.

1893. —, Notes préliminaire sur la faune des eaux douces de l'Orient, ibid. V. 3.

1894. —, Contribution à l'étude de quelques lacs de Syrie, ibid. V. 7.

1896. —, Recherches sur la faune des eaux douces des Açores, in: Mém. Soc. Agr. Arts Lille, Série 5, fasc. 6.

1895. Birge, E. A., Plankton studies of the lake Mendota, I, in: Trans. Wisconsin Acad. Sc., V. 10, p. 421.

1897. —, do. II, ibid. V. 11, p. 274.

1898. Blanc, H., Plankton nocturne du lac Léman, in: Bull. Soc. Vaud. Sc. nat. (4) V. 34, p. 128.

1890. Blanchard, R. et Richard, J., Sur les crustacés des Sebkhas et de Chotts d'Algérie, in: Bull. Soc. zool. France, V. 15, p. 136.

1891. —, Faune des lacs salés d'Algérie, in: Mém. Soc. zool. France, V. 4, p. 512.

1897. —, Sur la faune des lacs élevés des Hautes-Alpes, ibid. V. 10, p. 43.

1891. Brady, G. S., A revision of the British species of fresh-water Cyclopidae and Calanidae, in: Nat. Hist. Trans. Northumb., Durh. and Newcastle, V. 11, Part 1, p. 68.

1899. Brandt, J., Ueber den Stoffwechsel im Meere. in: Wissensch. Meeresunters. (N. F.) V. 4, p. (213) 215.

1900. Brunnthaler, J., Plankton-Studien. I. Das Phytoplankton des Donaustromes bei Wien, in: Verh. zool-bot. Ges. Wien, p. 308.

1899. Burckhardt, G., Neue Diagnosen von 8 limnetischen Cladoceren, in: Zool. Anz., V. 22, No. 594.
1900. —, Faunistische u. systematische Studien über das Zooplankton der grössern Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete, in: Rev. Suisse zool., V. 7.
1900. —, Quantitative Studien über das Zooplankton des Vierwaldstätter Sees, in: Mitth. naturf. Ges. Luzern, Heft 3.
1899. Cleve, P.T., Notes on the plankton of some lakes in Lule Lappmark, Sweden, in: Översigt Vetensk. Akad. Förh., No. 8, p. 825.
1896. Creighton, R. H., Notes on collecting Entomostraca, with a list of the Irish species of Cladocera, in: Irish Naturalist, V. 5, No. 4, p. 89.
1888. v. Daday, Crustacea cladocera faunae hungaricae, Budapest.
1890. —, Conspectus diaptomorum faunae hungaricae, in: Term. Füz., V. 13, Parte 4.
1897a. —, Beiträge zur Kenntniss der Mikrofauna der Tatraseen, ibid. V. 20, p. 149.
1897b. —, Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees. IX. Crustacea.
1898. Dahl, F., Experimentell-statistische Ethologie, in: Verh. Deutsch. zool. Ges.
1897. Davenport, C. and Cannon, W. B., On the determination of the direction and rate of movement of organisms by light, in: Journ. Physiol., V. 21, No. 1.
1894. Francé, R. H., Zur Biologie des Planktons, in: Biol. Ctrbl., V. 14, p. 33 (dazu s. Hensen, ibid., p. 201).
1897. Frenzel, J., Untersuchungen über die mikroskopische Fauna Argentiniens, in: Bibl. zool., V. 12.
1894. Frič, A. u. Vávra, W., Die Thierwelt des Unterpočernitzer und Gatterschlager Teiches, in: Arch. naturw. Landesdurchf. Böhmens, V. 9, No. 2.
1897. —, Untersuchung zweier Böhmerwaldseen, ibid. V. 10, No. 3.
1900. Fuhrmann, O., Beitrag zur Biologie des Neuenburger Sees, in: Biol. Ctrbl., V. 20, No. 3 u. 4.
1893. Garbini, A., Primi materiali per una monografia limnologica del Lago di Garda, in: Accad. Agric. Art. Comm. Verona (3), V. 69.
1895a. —, Appunti di carcinologia veronese, ibid. (3), V. 71.
1895b. —, Fauna limnetica e profonda del Benaco, in: Boll. Mus. Zool. Anat. comp. Univ. Torino, V. 10, No. 198.
1894. Geikie, J., The great ice age, London.
1898. Giesbrecht, W. u. Schmeil, O., Copepoda, I, in: Thierreich, Liefg. 6.
1887. Goehlert, Die Schwankungen der Geburtenzahl nach den verschiedenen Tageszeiten, in: Biol. Ctrbl., p. 725.
1890. Groom, Th. T. u. Loeb, J., Der Heliotropismus der Nauplien von Balanus perforatus und die periodischen Tiefenwanderungen pelagischer Thiere, in: Biol. Ctrbl., V. 10.

1889a. de Guerne, J. et Richard, J., La distribution géographique des Calanides d'eau douce, in: Assoc. Française Avanc. Sc.
1889b. — —, Révision des Calanides d'eau douce, in: Mém. Soc. zool. France, V. 2.
1897a. Hartwig, W., Die Crustaceenfauna des Müggelsees während des Winters, in: Zeitschr. Fischerei, Jg. 5.
1897b. —, Zur Verbreitung der niedern Crustaceen in der Provinz Brandenburg, in: Plön. Forschungsb. 1897.
1893. Heider, Adolf, Untersuchungen über die Verunreinigung der Donau durch die Abwässer der Stadt Wien, in: Das österr. Sanitätsw., Beil. zu No. 31, 3. Aug. 1893.
1877. Hellich, B., Die Cladoceren Böhmens, in: Arch. naturw. Landesdurchf. Böhmens, V. 3.
1898. Huitfeldt-Kaas, Das Plankton in norwegischen Binnenseen, in: Biol. Ctrbl., V. 18, p. 625.
1891. v. Jhering, H., Ueber die Verbreitung der entomostraken Krebse des Süsswassers, in: Naturw. Wochenschr., V. 6, p. 403.
1892. Jensen, P., Ueber den Geotropismus niederer Organismen, in: Arch. ges. Physiol., V. 53.
1892. Imhof, O. E., Programm zu einer monographischen Bearbeitung eines grössern Sees, in: Biol. Ctrbl., p. 512.
1892. Kafka, Die Fauna der böhmischen Teiche, in: Arch. naturw. Landesdurchf. Böhmens, V. 8.
1893. Klocke, E., Zur Cladocerenfauna Westfalens, Münster.
1897. Krämer, A., Zur Mikrofauna Samoas, in: Zool. Anz., V. 20, p. 135.
1899. Lakowitz, Die niedersten Pflanzen- und Thierformen des Klostersees bei Karthaus, in: Schriften naturf. Ges. Danzig, p. 59.
1898. Lemmermann, E., Der grosse Waterneverstorfer Binnensee, in: Plön. Forschungsb., V. 6, Abth. 2.
1900. Lepeschkin, M. D., Die Copepodenfauna des Akmolinsko-Gebiets (russisch).
1900. Levander, K. M., Zur Kenntniss der Fauna und Flora finnischer Binnenseen, in: Acta Soc. Fauna Flora Fennica, V. 19, No. 2.
1899. Linko, A., Contributions à l'étude de la faune du lac d'Onega.
1890. Loeb, J., Der Heliotropismus der Thiere und seine Uebereinstimmung mit dem Heliotropismus der Pflanzen, Würzburg.
1893. —, Ueber künstliche Umwandlung positiv heliotropischer Thiere in negativ heliotropische u. umgekehrt, in: Arch. ges. Physiol., V. 54, p. 84.
1899. Lohmann, H., Untersuchungen über den Auftrieb der Strasse von Messina mit bes. Berücksichtigung der Appendicularien und Challengerien, in: SB. Akad. Wiss. Berlin, V. 20, p. 384.
1898. Lorenz, J., Der Hallstätter See, in: Mitth. geogr. Ges. Wien, V. 41, No. 1 u. 2.
1894. Marsh, C. D., On the vertical distribution of pelagic crustacea in Green Lake, Wisconsin, in: Amer. Naturalist, V. 28, p. 807.

1897. Marsh, C. D., On the limnetic crustacea of Green Lake, in: Trans. Wisconsin Acad. Sc., V. 11.
1900. —, The plankton of fresh water lakes, in: Science, March 9.
1897. Matile, Paul, Contribution à la faune des Copépodes des environs de Moscou, in: Bull. Soc. Natural. Moscou.
1899. Meisenheim, Joh., Zur Eiablage der Dreyssena polymorpha, in: Plön. Forschungsb.
1893. Mrázek, A., Přispěvky k poznáni sladkovodních copepodů, in: Věst. česk. spol. náuk.
1900. v. Nettovich, L., Neue Beiträge zur Kenntniss der Arguliden, in: Arb. zool. Inst. Wien, V. 13, Heft 1.
1892. Oltmanns, F., Ueber die photometrischen Bewegungen der Pflanzen, in: Flora, V. 75, p. 183.
1889. Poppe, S. A., Notizen zur Fauna der Süsswasserbecken d. nordwestl. Deutschland mit bes. Berücksichtigung der Crustaceen, in: Abh. naturw. Ver. Bremen, V. 10.
1898. Pratt, Edith M., Entomostraca of Lake Bassenthwaite, in: Ann. Mag. nat. Hist. (7) V. 2.
1899. Prowázek, S., Das Potamoplankton der Moldau und Wotawa, in: Verh. zool.-bot. Ges. Wien, V. 49.
1892. Richard, J., Sur la distribution géographique des Cladocères, in: Congr. intern. Zool. Moscou.
1894—95. —, Contribution à la faune des Entomostracés de la France, in: Feuille jeun. Natural, V. 25.
1894. —, Révision des Cladocères, in: Ann. Sc. nat., V. 7, 8, Zool.
1894. Rizzardi, U., Risultati biologici di una esplorazione del Lago di Nemi, in: Boll. Soc. Rom. Studi zool., V. 5, 6, p. 137.
1896. Sars, G. O., On a fresh water Ostracod . . . with notes on some other Entomostraca raised from dried mud from Algeria. in: Arch. Math. Naturv. Kristiania, V. 18.
1897a. —, Pelagic Entomostraca of the Caspian Sea, in: Ann. Mus. Acad. Petersbg., No. 1.
1897b. —, On some Crustacea from Caspian Sea, ibid. No. 3.
1897. Schacht, F. W., The North American species of Diaptomus, in: Bull. Illinois State Lab. nat. Hist., V. 5.
1898. Schiemenz, P., Untersuchungen über die Fischereiverhältnisse des kleinen Jasmunder Boddens, in: Mitth. D. Seefischereivereins, No. 12.
1892, 93, 96, 98. Schmeil, O., Deutschlands freilebende Süsswassercopepoden, I, II, III u. Nachtrag. in: Bibl. zool.
1898. —, Copepoden, in: Thierreich s. Giesbrecht u. Schmeil.
1897—99. Scott, Th., The invertebrate fauna of the inland waters of Scotland, in: 14., 15., 16. ann. Report Fish board Scotland.
1897. Scourfield, D. J., Verzeichniss der Entomostraken von Plön, in: Plön. Forschungsb., V. 5, p. 180.
1898. — The Entomostraca of Epping Forest, Part 1—4, in: Essex Nat., V. 10.

1891. Seligo, A., Zur Kenntniss der Lebensverhältnisse in einigen westpreussischen Seen, in: Naturf. Ges. Danzig.

1900. —, Untersuchungen in den Stuhmer Seen, in: Westpreuss. bot.-zool. Verein u. westpr. Fischereiverein.

1890. Senna, A., Escursione zoologica a due laghi Friulani, in: Boll. Soc. entom. Ital., V. 22.

1884. Stahl, Zur Biologie der Myxomyceten, in: Bot. Zeitschr.

1895. Stenroos, K. E., Die Cladoceren in der Umgebung von Helsingfors, in: Acta Soc. Fauna Flora Fennica, V. 11, No. 2.

1897. —, Zur Kenntniss der Crustaceenfauna von Russisch Karelien, ibid. V. 15, No. 2.

1898. —, Das Thierleben im Nurmijärvi-See, ibid. V. 17, No. 1.

1900a. Steuer, A., Das Zoo-Plankton der „alten Donau“ bei Wien. Vorl. Mitth., in: Biol. Ctrbl., V. 20, No. 1.

1900b. —, Die Diaptomiden des Balkan, zugleich ein Beitrag zur Kenntniss des Diaptomus vulgaris Schmeil, in: SB. Akad. Wien, V. 109, Abth. 1.

1900c. —, Mittheilungen über einige Diaptomiden Oesterreichs, in: Verh. zool.-bot. Ges. Wien.

1895. Stingelin, Th., Die Cladoceren der Umgebung von Basel, in: Rev. Suiss. zool., V. 3, p. 161.

1897. —, Ueber jahreszeitliche, individuelle und locale Variation bei Crustaceen, nebst einigen Bemerkungen über die Fortpflanzung bei Daphniden u. Lynceiden, in: Plön. Forschungsb., V. 5.

1900. —, Beiträge zur Kenntniss der Süsswasserfauna von Celebes. Entomostraca, in: Rev. Suisse zool., V. 8.

1895. Strodtmann, S., Bemerkungen über die Lebensverhältnisse des Süsswasserplanktons, in: Plön. Forschungsb., V. 3.

1900. Towle, Elizabeth, A study in the heliotropism of Cypridopsis, in: Amer. Journ. Physiol., V. 3, p. 345 (Ref. in: Zool. Ctrbl., V. 7, p. 23).

1899. Verhandlungen des VI. österr. Fischereitages, Beilage z. d. Mitth. österr. Fischereiver., No. 2, Wien.

1895, 1897. Verworn, M., Allgemeine Physiologie, Jena.

1891. Voeltzkow, A., Vorl. Ber. über die Ergebn. einer Untersuchung der Süsswasserfauna Madagaskars, in: Zool. Anz., V. 14, p. 221.

1895. Walter, E., Ueber die Möglichkeit einer biologischen Bonitirung von Teichen, Vortrag, München.

1896a. —, Die natürliche Nahrung unserer Teichfische, in: Allg. Fischerei-zeitung, No. 21 u. 22.

1896b. —, Ziele und Wege der Teichwirthschaft, in: Jahrb. schles. Fischereiver., 1895.

1899. —, Das Plankton und die praktisch verwendbaren Methoden der quantitativen Untersuchungen der Fischnahrung, Neudamm.

1899. Ward, H. B., Freshwater investigations during the last five years in: Stud. zool. Lab. Nebraska, No. 31.

1894. Wesenberg-Lund, C., Grönlands Ferksvand-Entomostraca, in: Vid. Meddel. nat. Foren. Kjöbenhavn, p. 82.
1900. —, Von dem Abhängigkeitsverhältniss zwischen dem Bau der Planktonorganismen und dem specifischen Gewicht des Süsswassers, in: Biol. Ctrbl., V. 20, No. 18 u. 19.
1895. Wierzejski, A., Uebersicht der Crustaceenfauna Galiziens, in: Anz. Akad. Wiss. Krakau.
1883. Wolfbauer, Die chemische Zusammensetzung des Wassers der Donau vor Wien im J. 1878, in: SB. Akad. Wiss. Wien, V. 87.
1894, 1895. Zacharias, Otto, Statistische Mittheilungen aus der biologischen Station zu Plön, in: Zool. Anz.
1895. —, Ueber die horizontale und verticale Verbreitung limnetischer Organismen, in: Plön. Forschungsb., V. 3.
1896a. —, Die natürliche Nahrung der jungen Wildfische in Binnenseen, in: Orientirungsbl. f. Teichwirthe u. Fischzüchter, No. 1, (und in: Biol. Ctrbl, V. 16, p. 60).
1896b. —, Verschiedene Mittheilungen über das Plankton unserer Seen und Teiche, ibid. No. 2.
1898a. —, Das Heleoplankton, in: Zool. Anz., V. 21, p. 549.
1898b. —, Das Potamoplankton, ibid. V. 21, p. 550.
1898. Zimmer, C., Ueber thierisches Potamoplankton, Vorl. Mitth., in: Biol. Ctrbl., V. 18, No. 14.
1899. —, Das thierische Plankton der Oder, Breslau.
1896. Zograf, N., Essai d'explication de l'origine de la faune des lacs de la Russie d'Europe, in: CR. 3. Congr. internat. zool. Leyde.
1805. —, do. (russisch) in: Bull. Acad. Sc. Pétersbourg 1895, V. 3, No. 2.
1895. Zschokke, F., Die Fauna hochgelegener Gebirgsseen, in: Verh. naturf. Ges. Basel, V. 11, p. 36.
1900. —, Die Thierwelt der Hochgebirgsseen, in: Denkschr. schweiz. naturf. Ges., V. 37.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 3.

Fig. 1. *Sida crystallina* O. F. M. Brückenwasser, nördliches Ufer, 28./8. 98.

Fig. 2. *Daphnia hyalina* Leydig. Brückenwasser, pelagisch, 25./5. 98.

Fig. 3. *Hyalodaphnia jardinei* Rich. = *Daphnia cucullata* (Sars) Burckh. *var.* Brückenwasser, pelagisch, 2./8. 99.

Fig. 4. *Ceriodaphnia megops* Sars. 2. Volvoxtümpel, 12./6. 98.

Fig. 5. do., Postabdomen.

Fig. 6. *Ceriodaphnia pulchella* G. O. S. Brückenwasser, 24./8. 97.

Fig. 7. *Simocephalus serrulatus* Koch. Karpfenwasser.

Fig. 8. *Scapholeberis mucronata* O. F. M. 2. Volvoxtümpel, 12./6. 98.

Fig. 9a u. b. *Bosmina longirostris* O. F. M. *-cornuta* Jurine. Brückenwasser. a) 11./7. 97, b) 2./11. 97.

Tafel 4.

Fig. 10. *Macrothrix laticornis* Jurine. Brückenwasser, 13./3. 98.

Fig. 11. *Ilyocryptus sordidus* Liévin. Karpfenwasser, 19./12. 97.

Fig. 12. *Eurycercus lamellatus* O. F. M. Karpfenwasser, 19./12. 97.

Fig. 13. *Acroperus leucocephalus* Koch. Karpfenwasser, 19./12. 97.

Fig. 14. *Leydigia quadrangularis* Leydig. Brückenwasser, 7./1. 98.

Fig. 15. *Alona affinis* Leydig. Karpfenwasser, 2./11. 97.

Fig. 16a—c. do. Postabdomen.
- a) Karpfenwasser, 2./11. 97.
- b) Brückenwasser (unter Eis), 13./2. 98.
- c) Brückenwasser, 30./1. 98.

Tafel 5.

Fig. 17. *Alona costata* Sars. Karpfenwasser, 26./5. 98.

Fig. 18. *Alona guttata* Sars. Karpfenwasser, 26./5. 98.

Fig. 19. *Alona pulchra* HELLICH. Karpfenwasser, 8./9. 97.

Fig. 20. *Alona rostrata* KOCH. Brückenwasser, 17./4. 98.

Fig. 21. *Alona falcata* SARS. Brückenwasser, 9./12. 97.

Fig. 22. *Pleuroxus nanus* BAIRD. Brückenwasser, 7./1 . 98.

Fig. 23a u. b. *Pleuroxus personatus* LEYDIG. Brückenwasser, a) 13./3. 98, b) 2./6. 98.

Fig. 24. *Chydorus sphaericus* O. F. M., Typus B (nach STINGELIN). Karpfenwasser, 19./12. 97.

Fig. 25. *Chydorus sphaericus var. caelata* SCHOEDLER. Brückenwasser, pelagisch, 25./3. 98.

Fig. 26. *Monospilus tenuirostris* FISCHER. Brückenwasser, unter Eis, 14./11. 97.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 2212

Brückenwasser, von der Kagrauer Strasse aus gesehen.

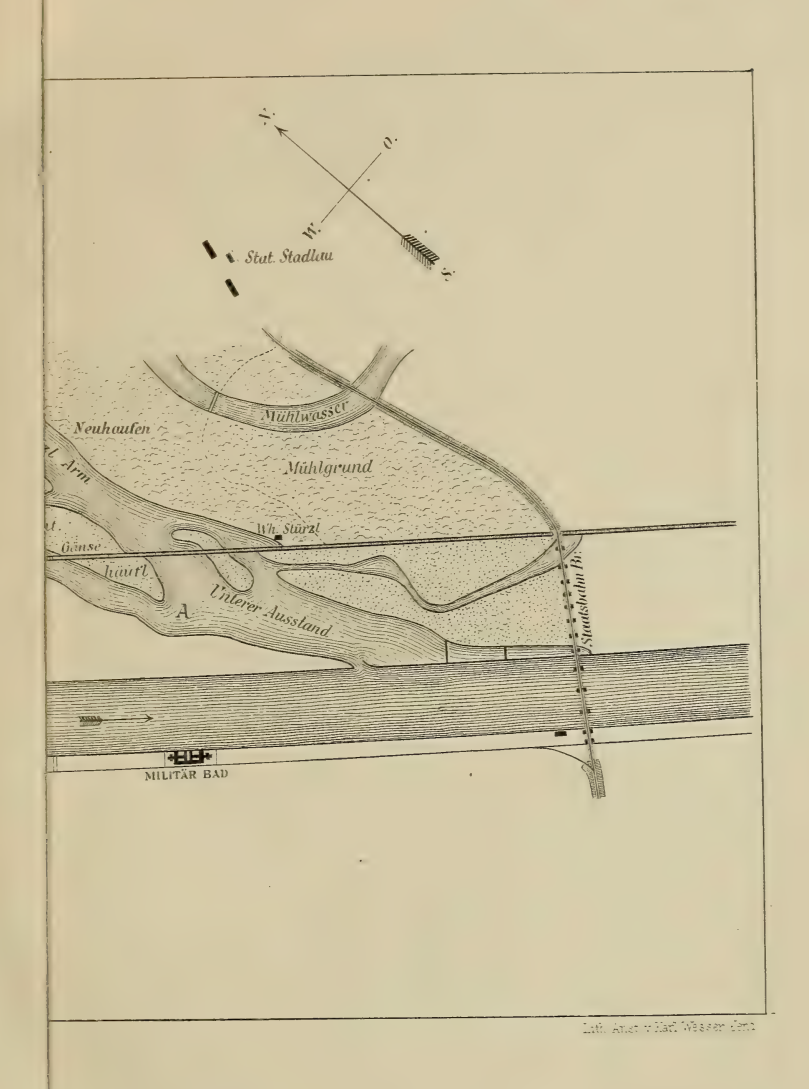
Phot. J. Brunnthaler, Wien. Crayondruck v. J. B. Obernetter, München.

Karpfenwasser.

*Verlag von **Gust. Fischer, Jena.***

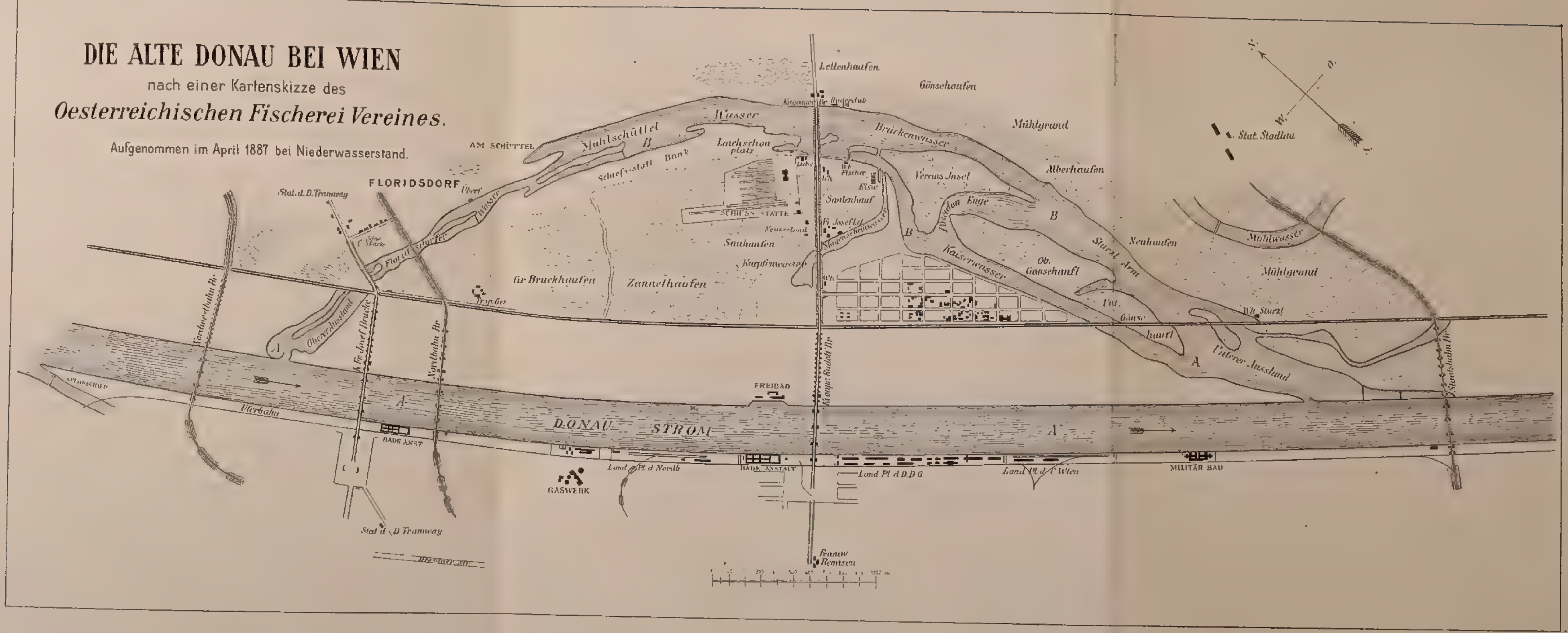


Taf. 2.



Lith. Anst. v. Karl Wasser, Jena.

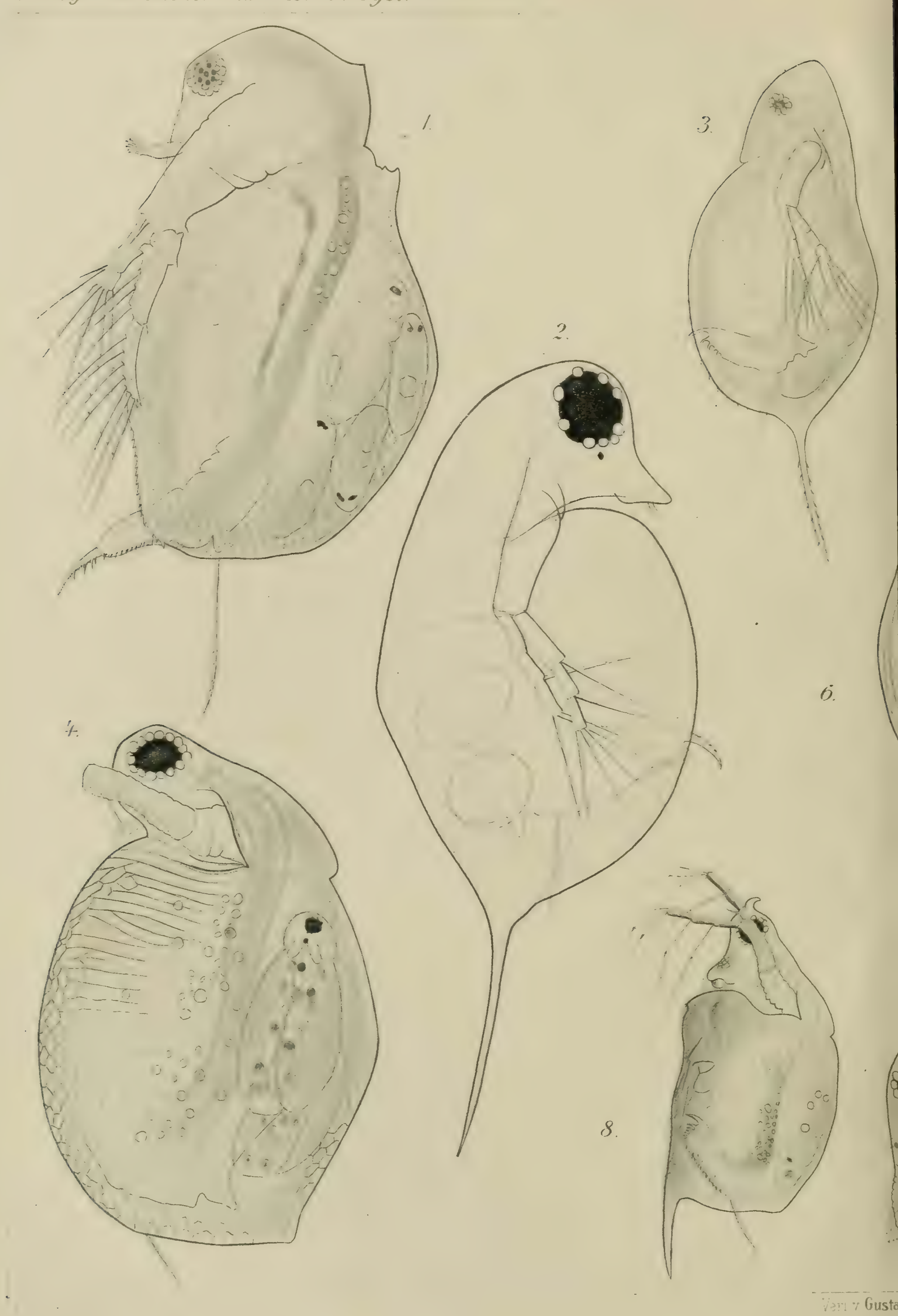




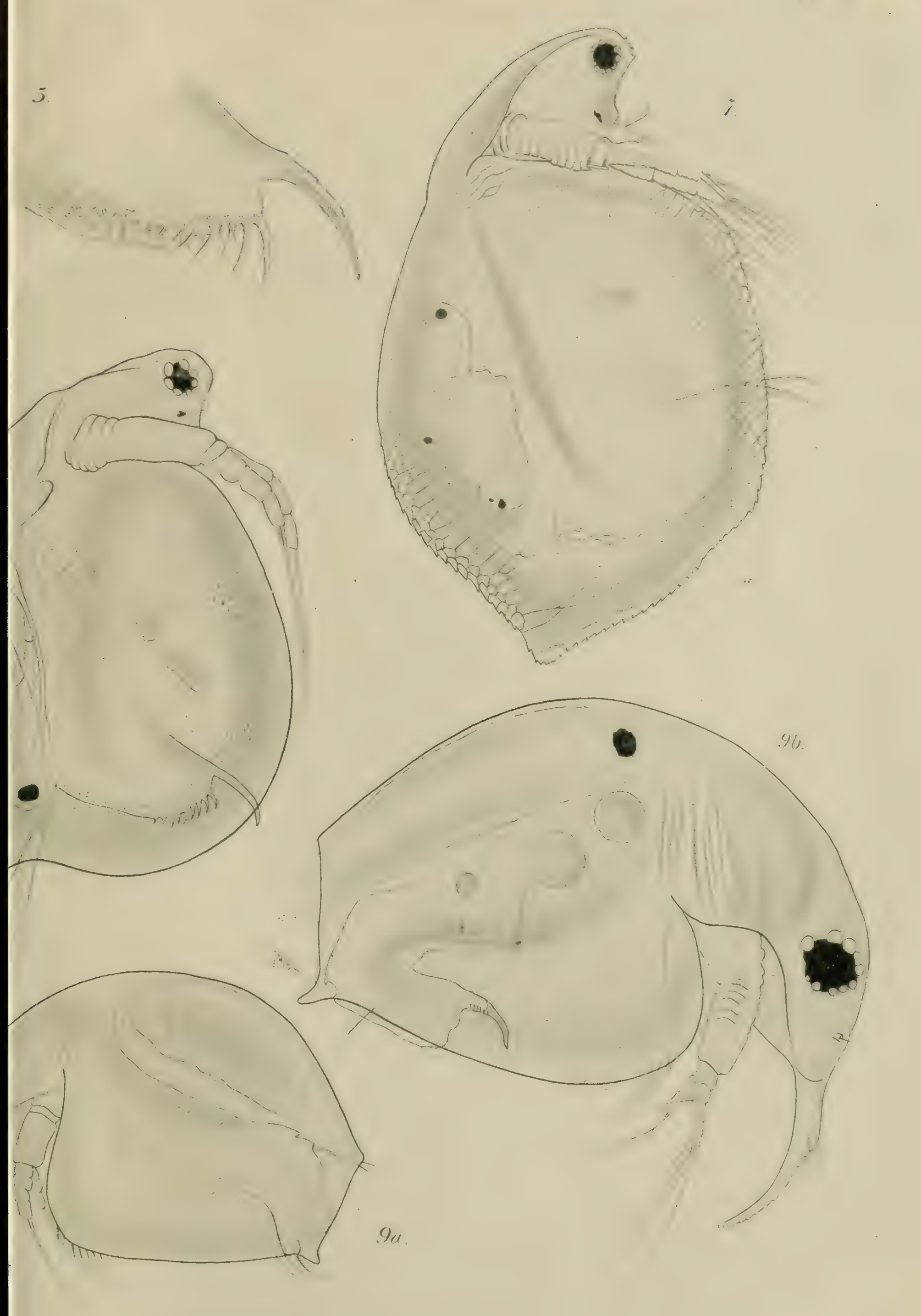
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

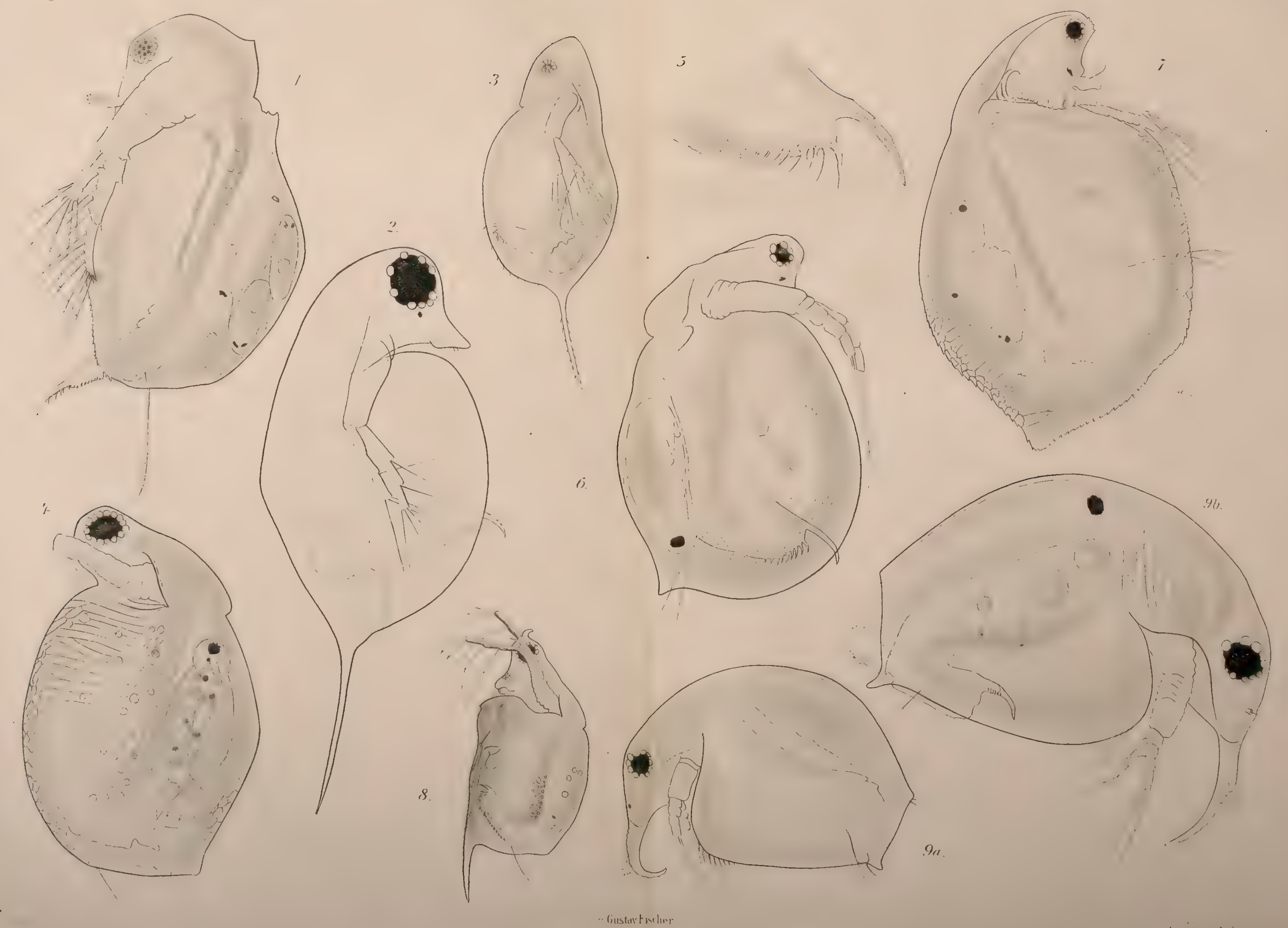




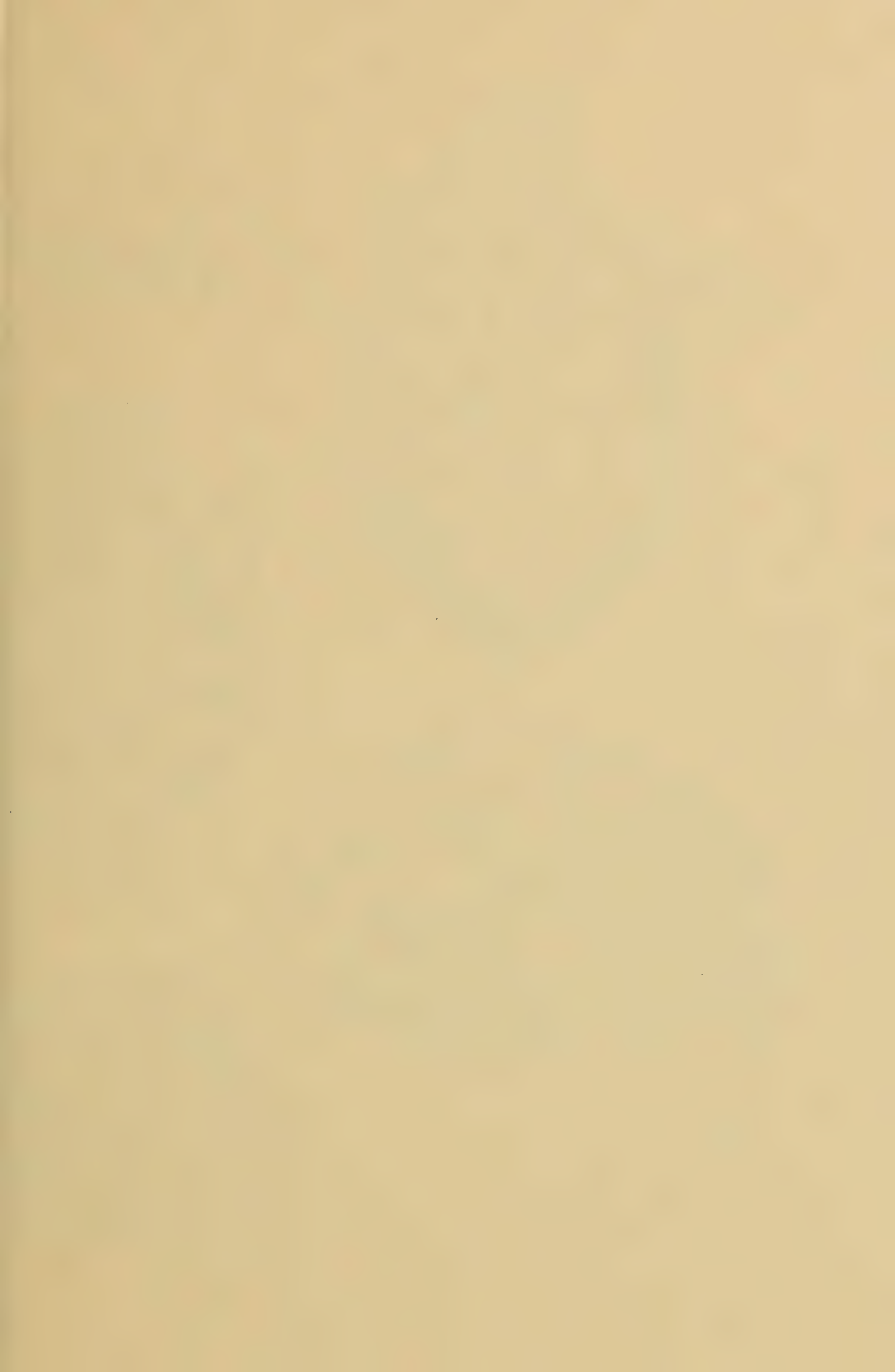


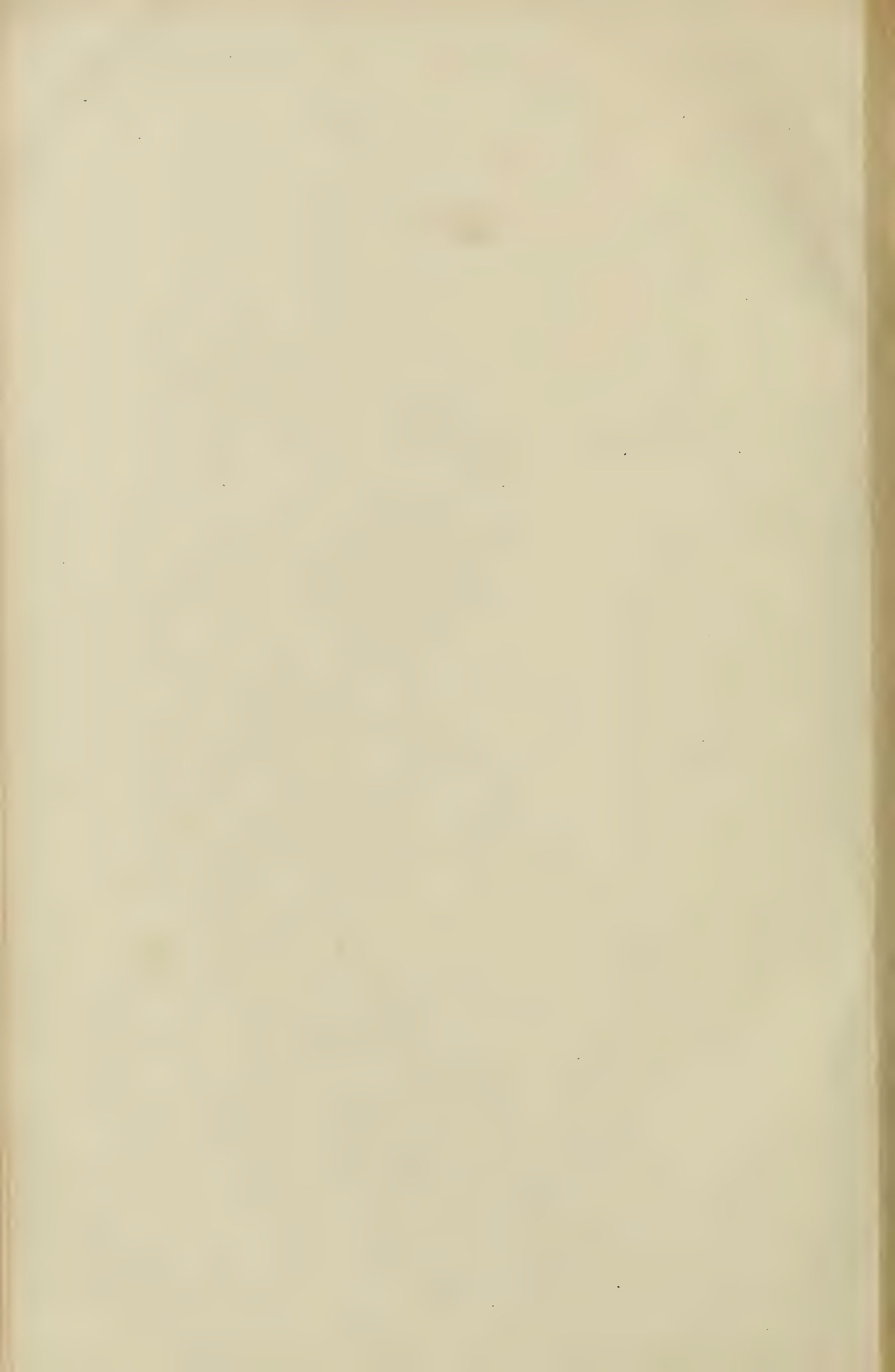
Verl v Gusta


5.
7.
9b.
9a.

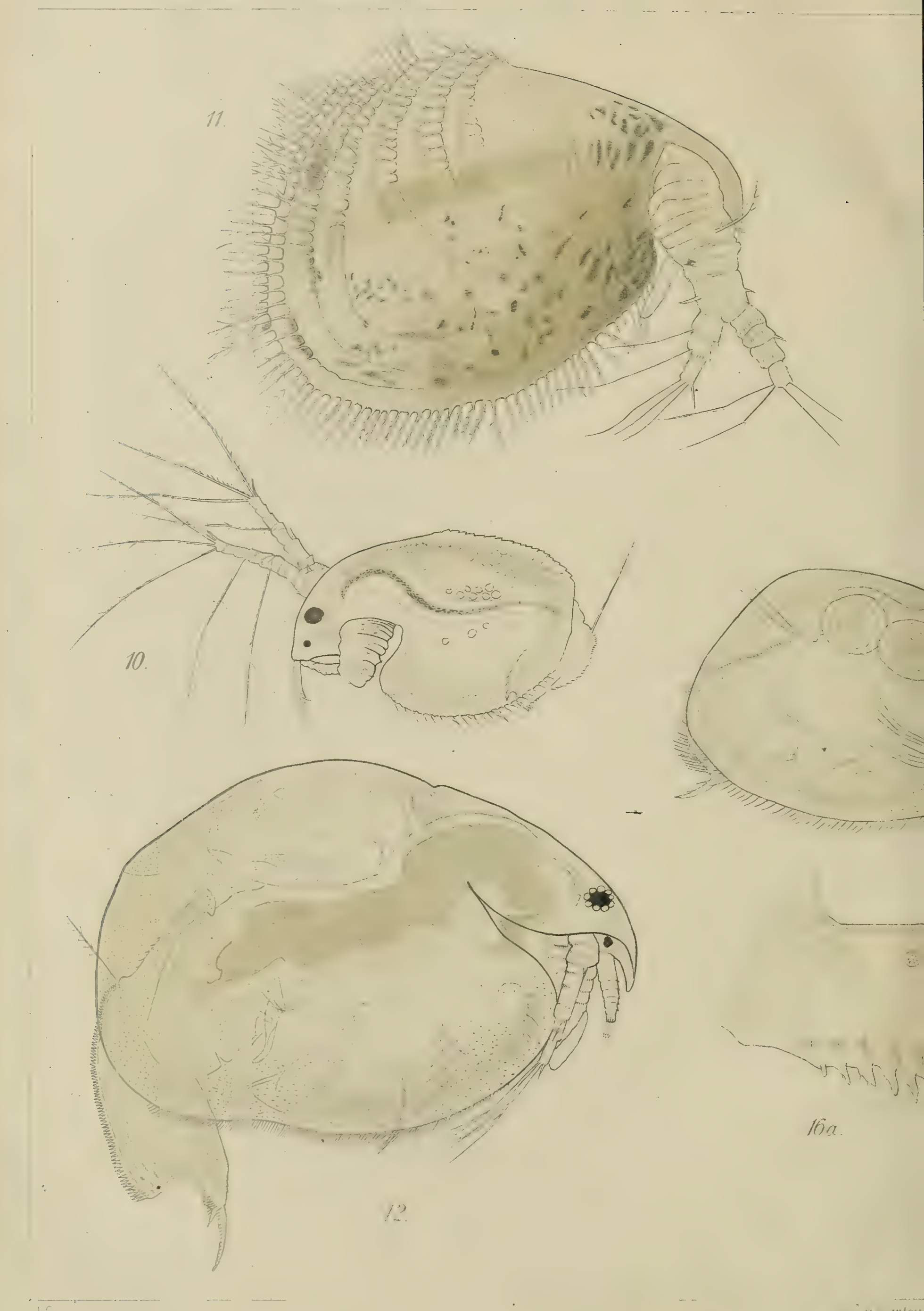


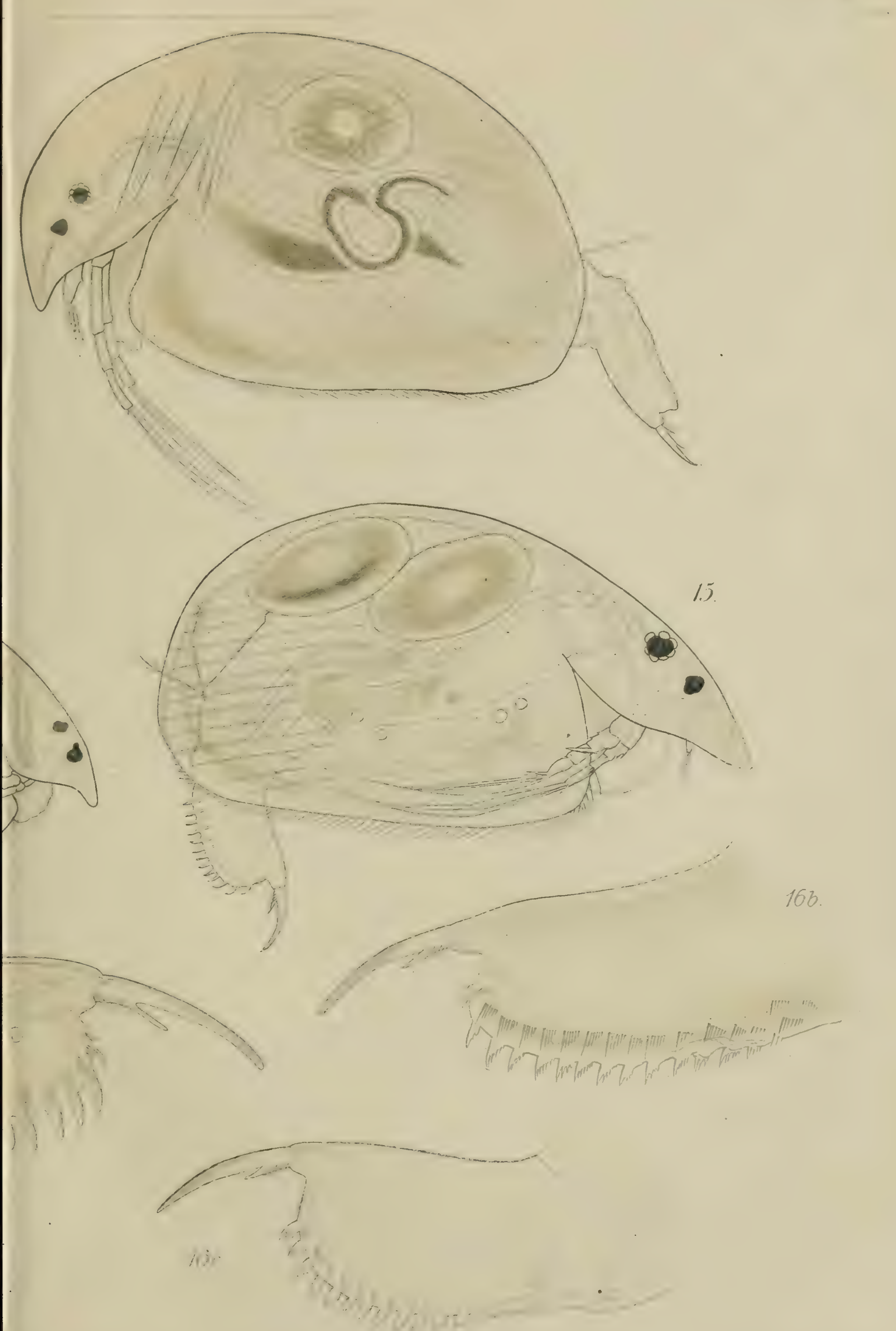
Gustav Fischer

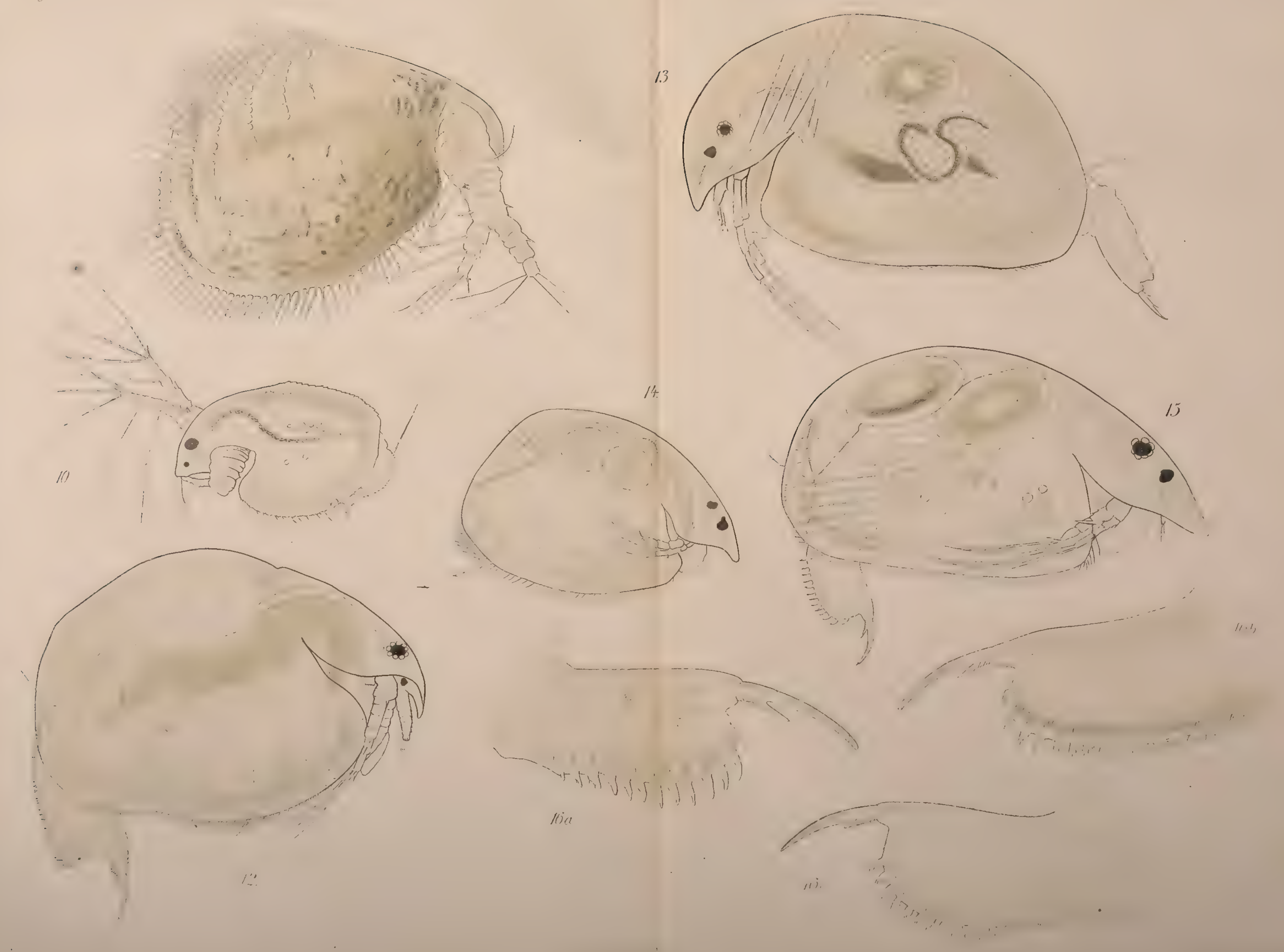




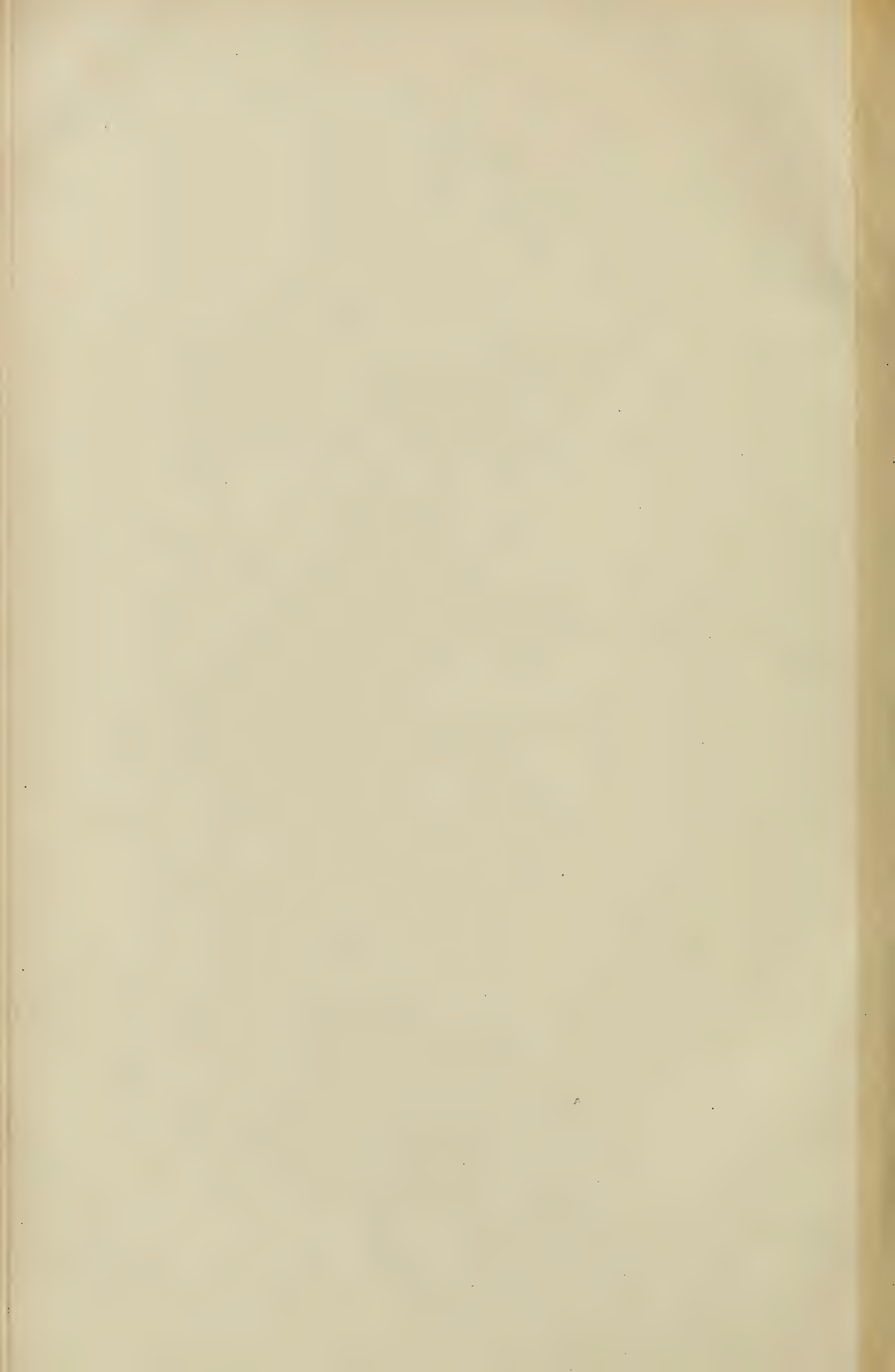



11.
10.
12.
16a.

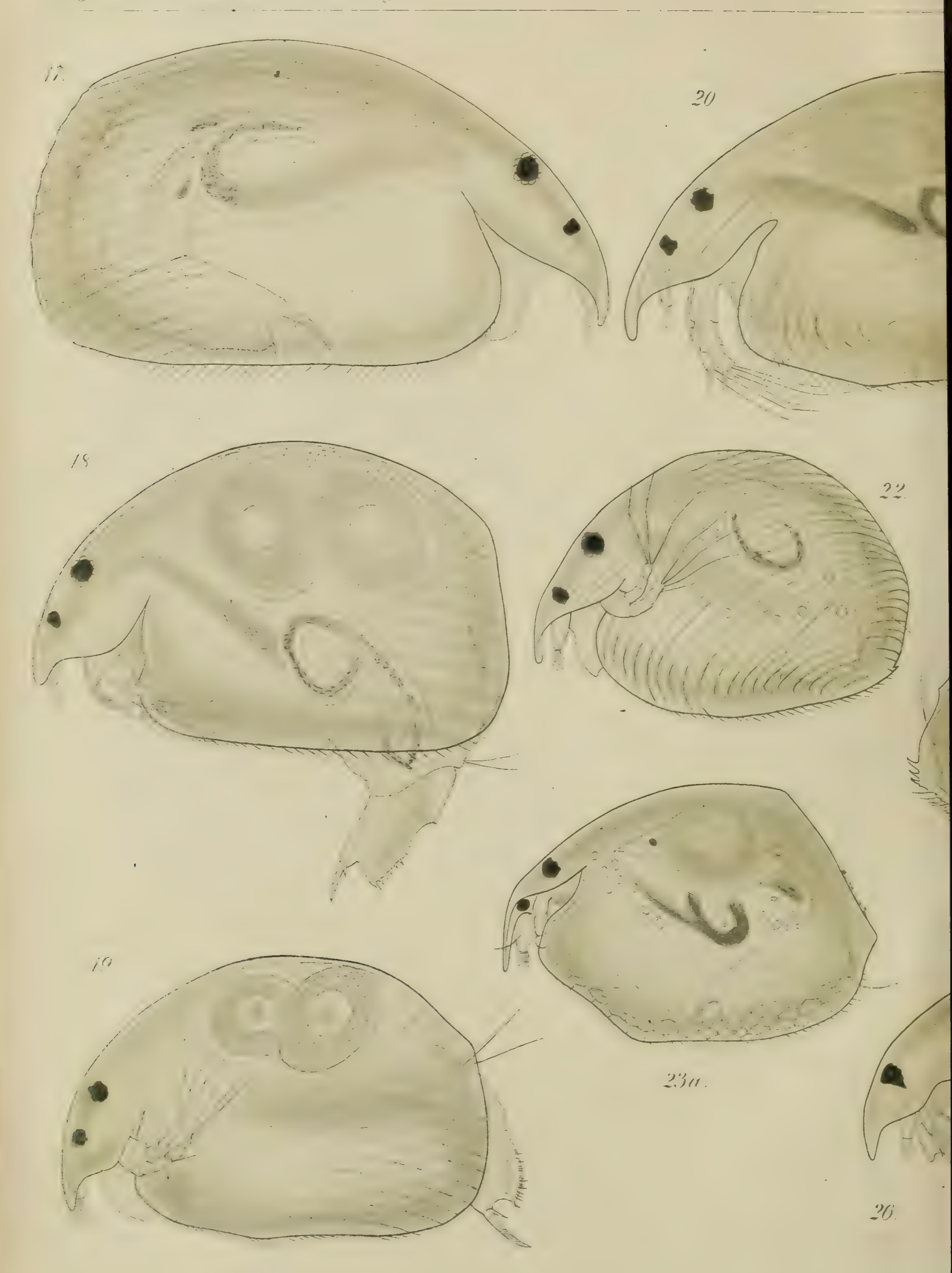

15.
16b.
13c


13
14
15
10
12
16a








17.
20
18
22.
19
23a.
26.

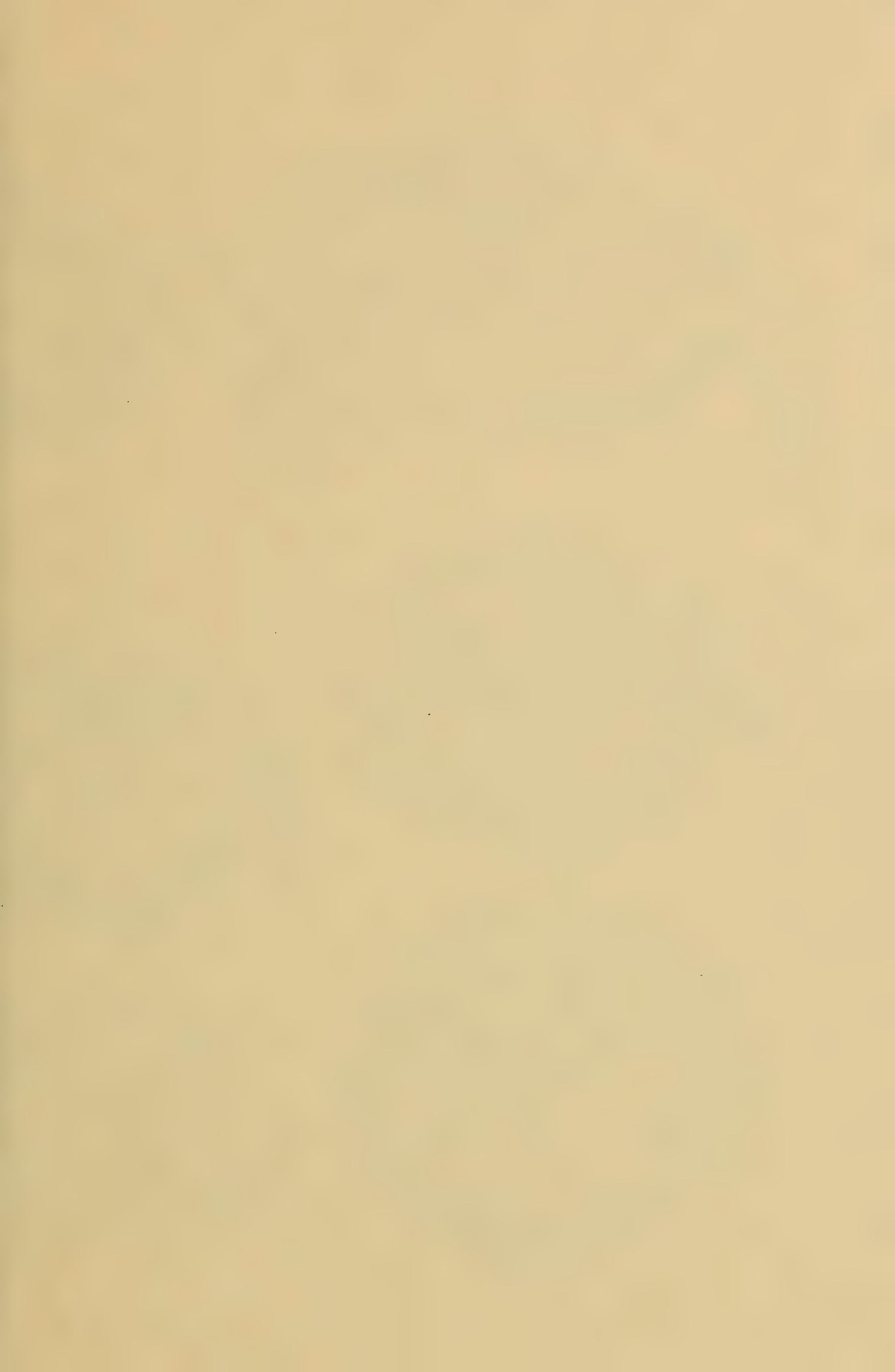
21.

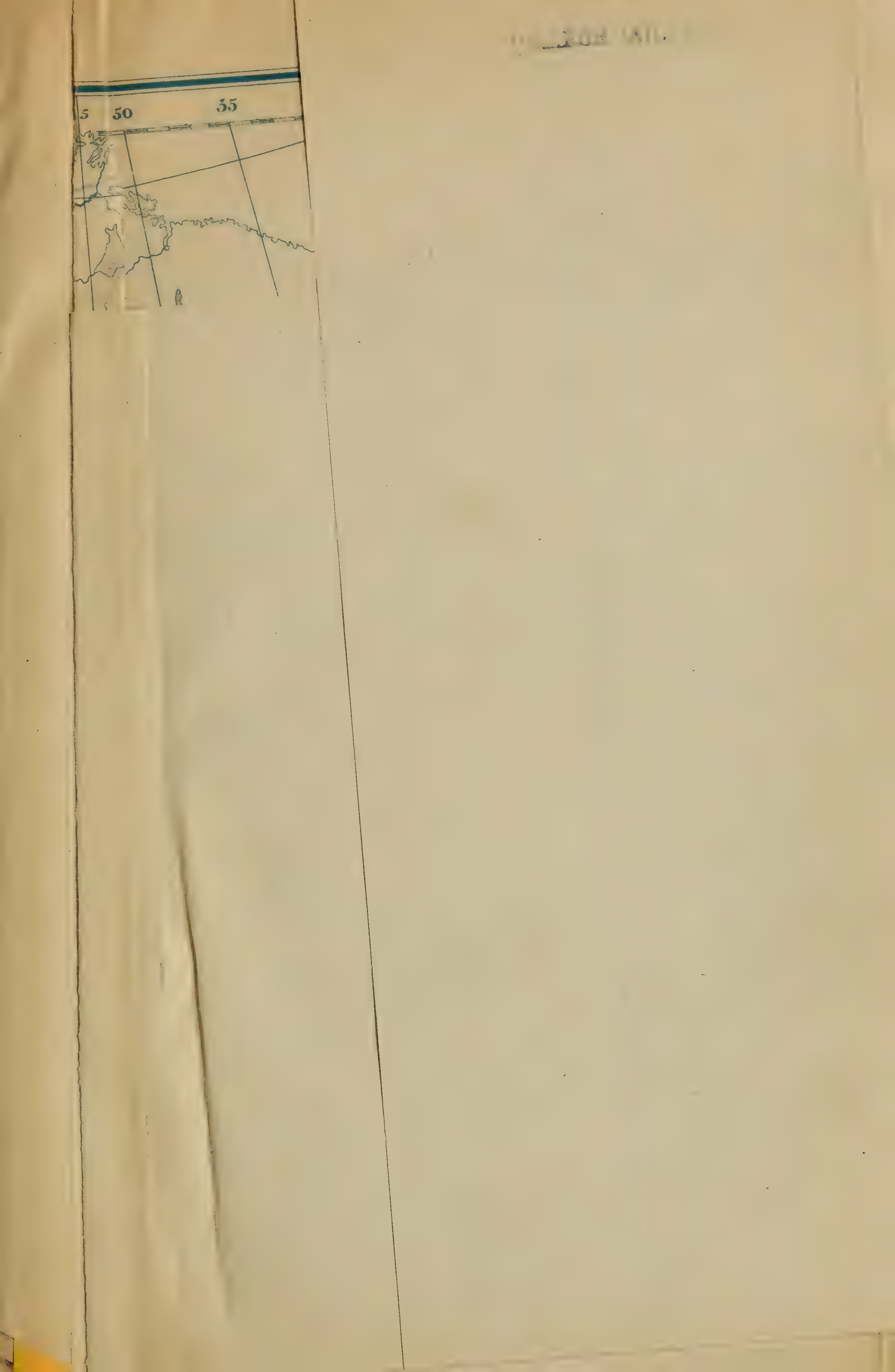
24

23b

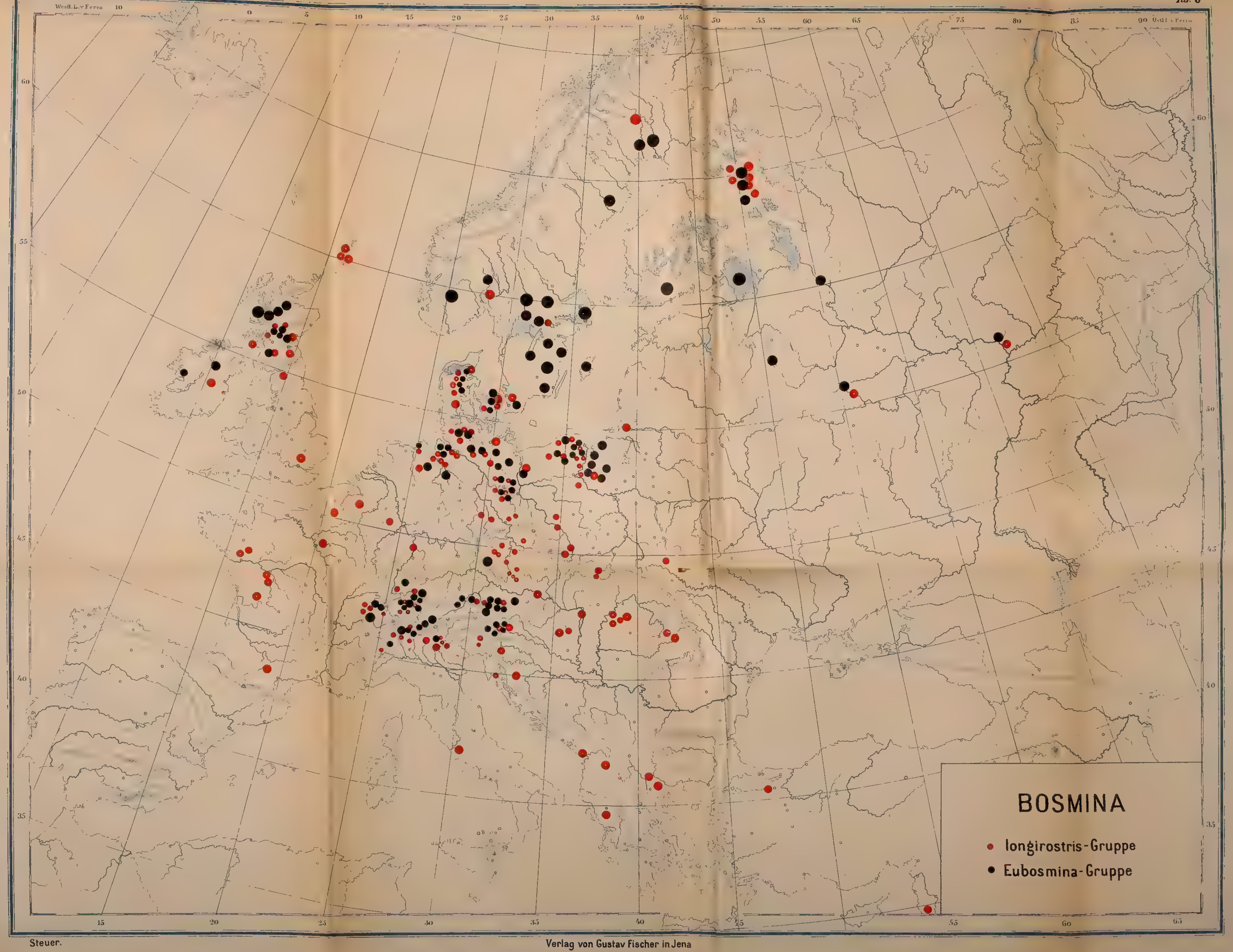
25.

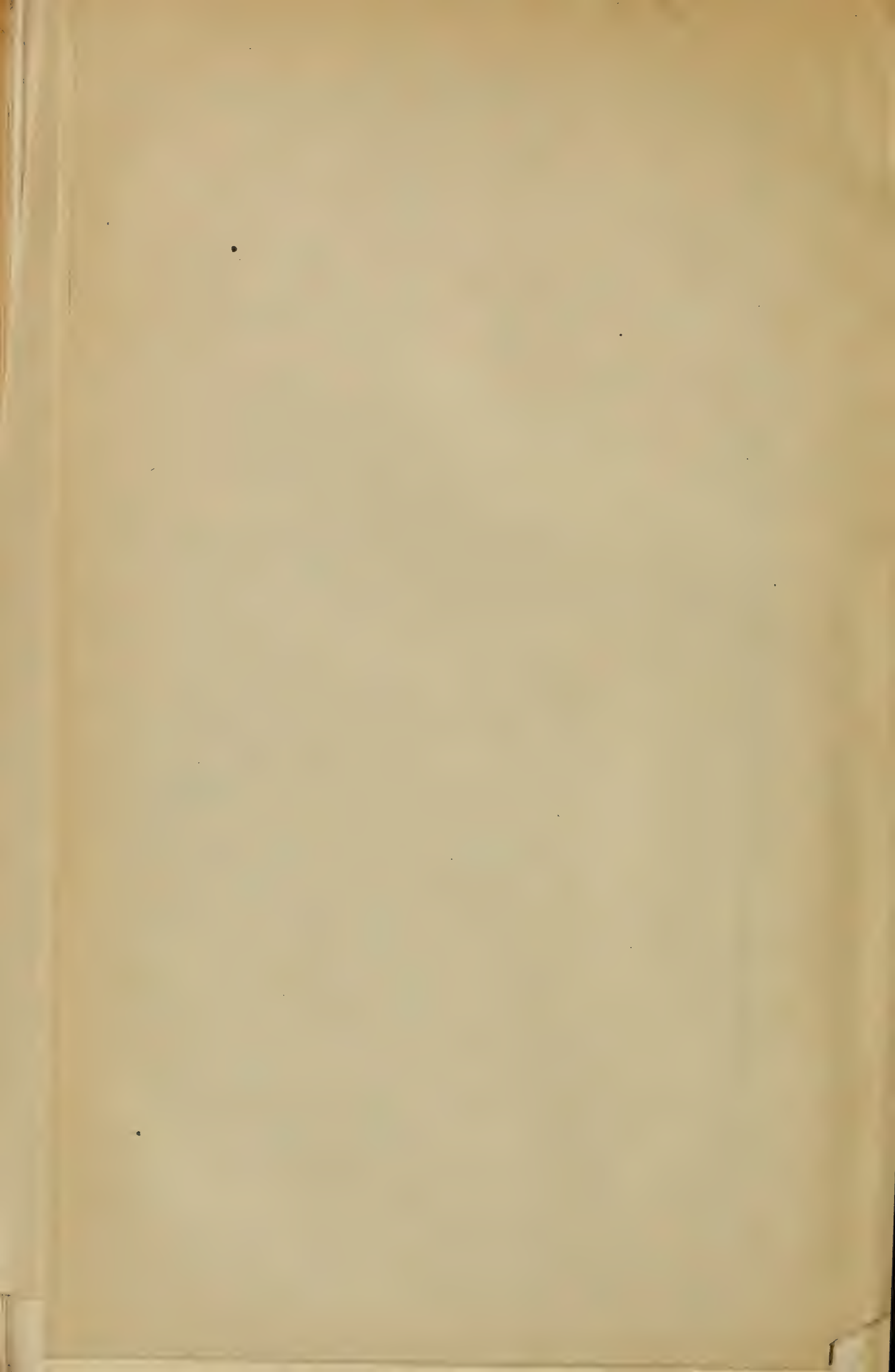

17
20
21.
18
22
23b
24
23a
19
25.
26.




5
50
55




BOSMINA
longirostris-Gruppe
Eubosmina-Gruppe
Steuer.
Verlag von Gustav Fischer in Jena




50
55



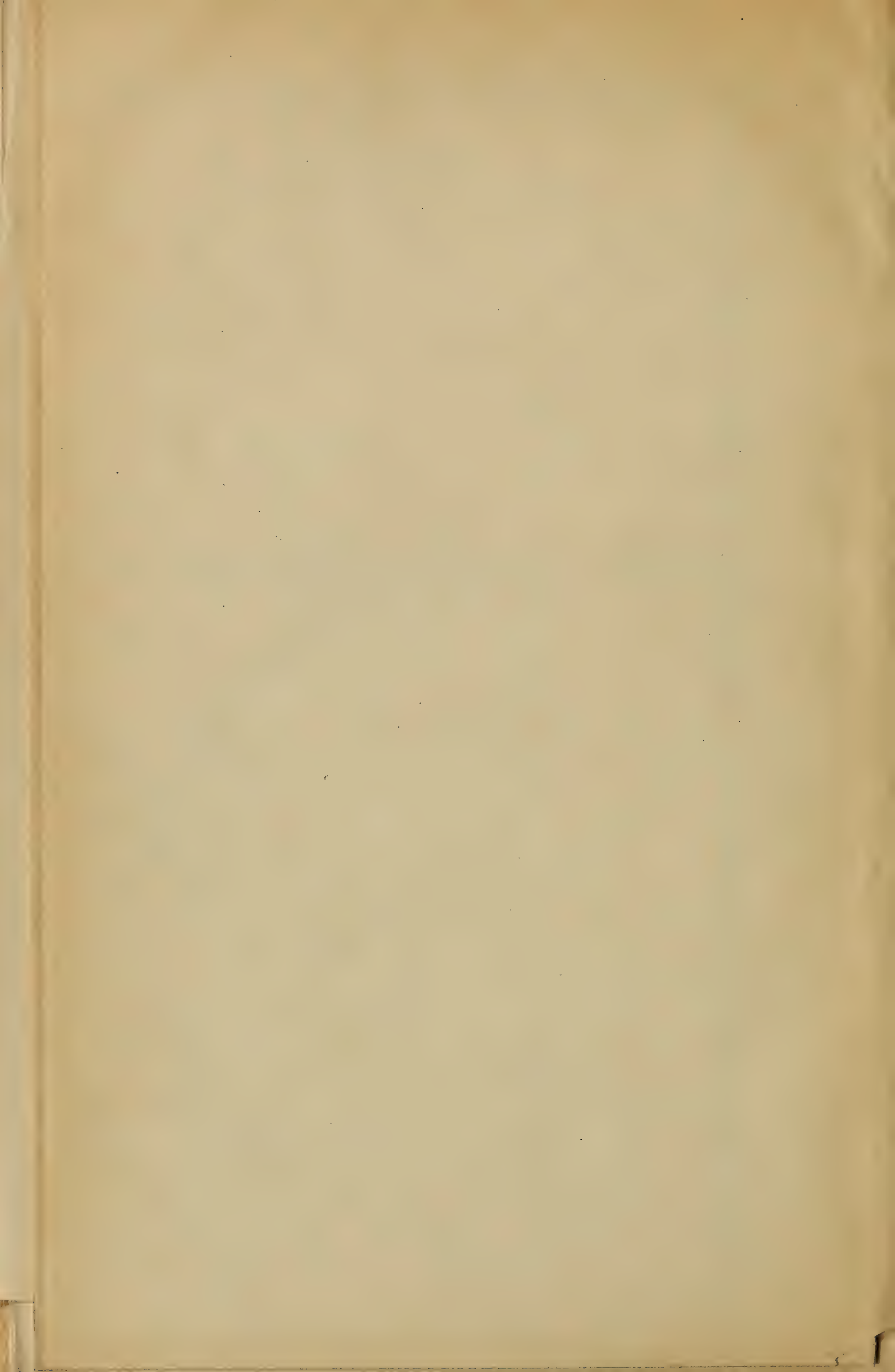
DIAPTOMUS

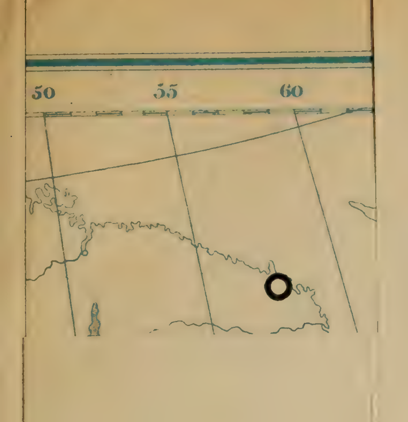
● gracilis O.Sars.

● graciloides Lillj.

Steuer.

Verlag von Gustav Fischer in Jena



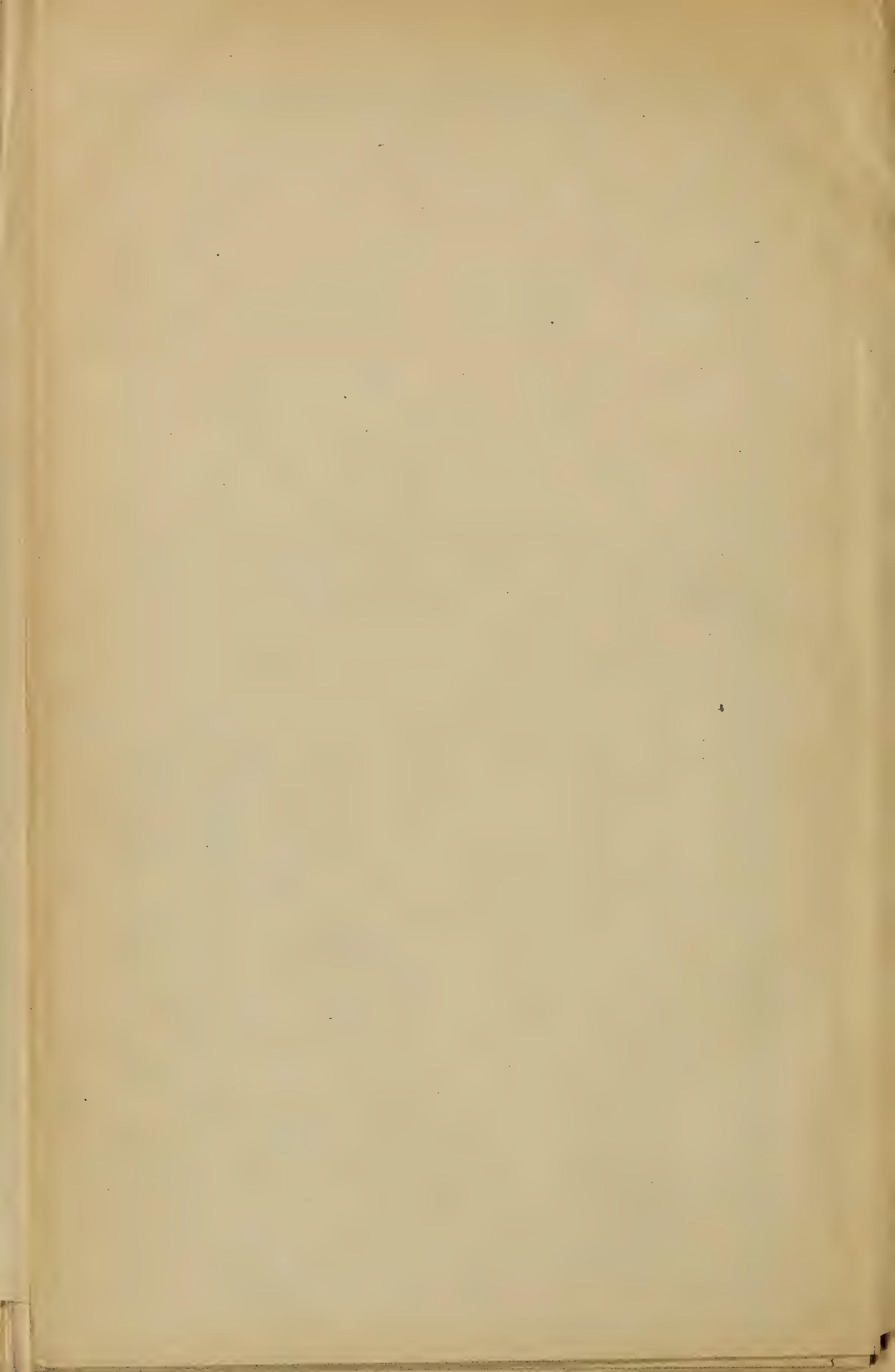

50
55
60

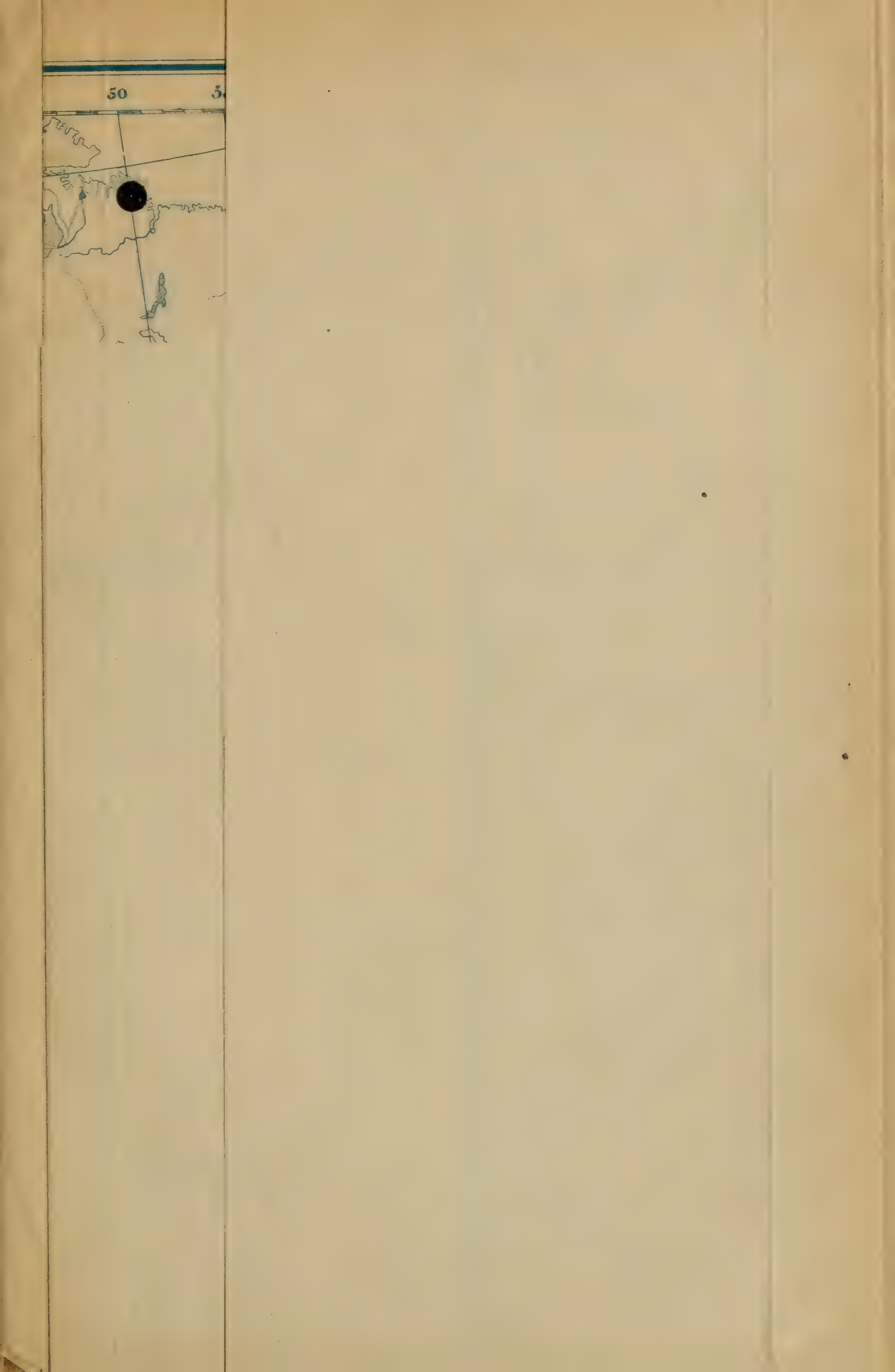


DIAPTOMUS

- ● denticornis Wrzski.
- ● bacillifer Koelbel
- ○ wierzejskii Rich.

Verlag von Gustav Fischer in Jena




50



D. pectinicornis

D. roubaui

D. chevreuxi

D. pectinicornis

D. steindachneri

DIAPTOMUS

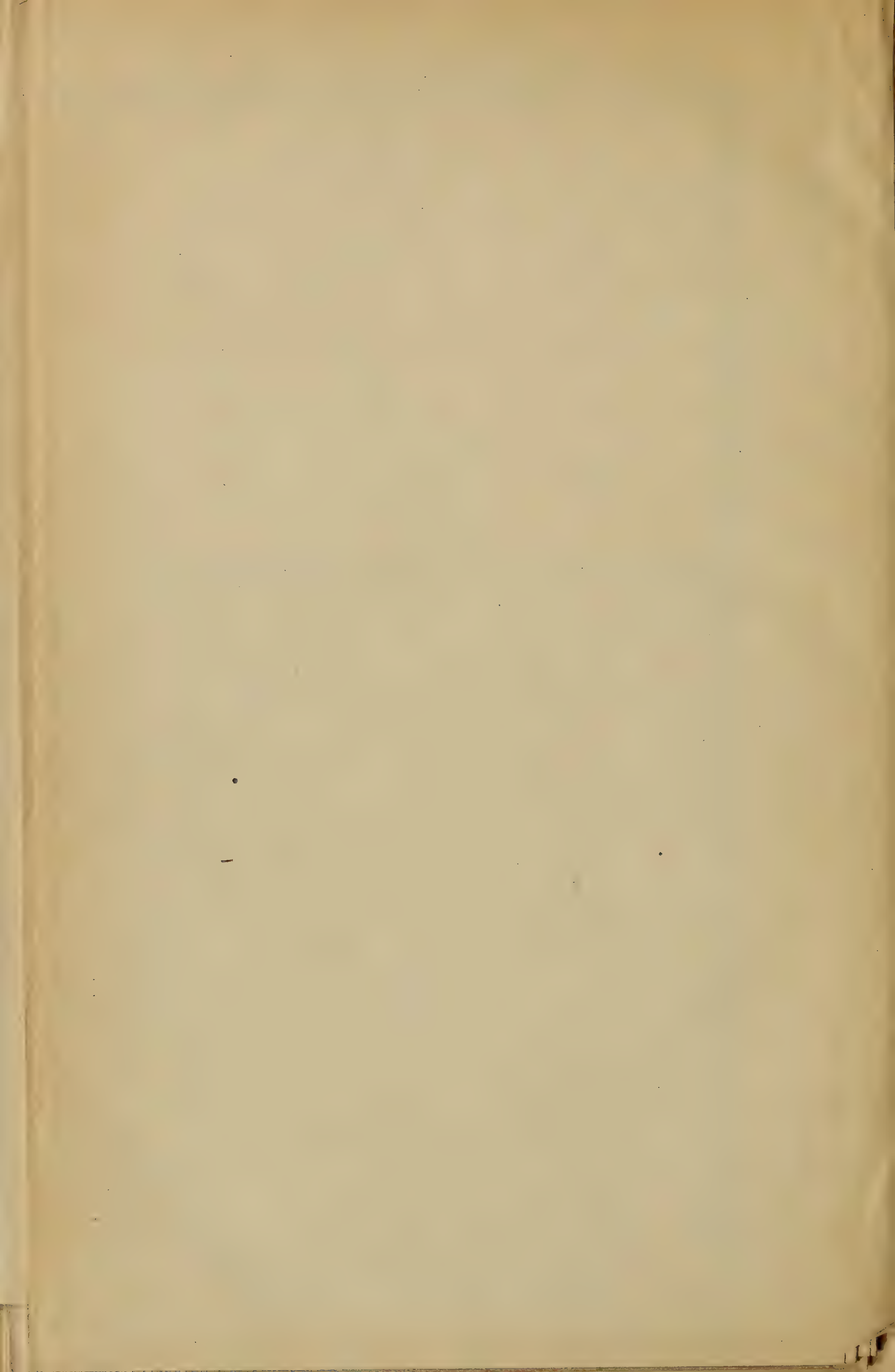
- ● laciniatus Lillj.
- ● tatricus Wrzski.
- pectinicornis "
- steindachneri Rich.
- ● alluaudi Gu. u. Rich.
- ○ lilljeborgi " "
- chevreuxi " "
- roubaui Rich.

LIMNOCALANUS

- ○ macrurus O. Sars.

Steuer.

Verlag von Gustav Fischer in Jena




50
55



HETEROCOPE

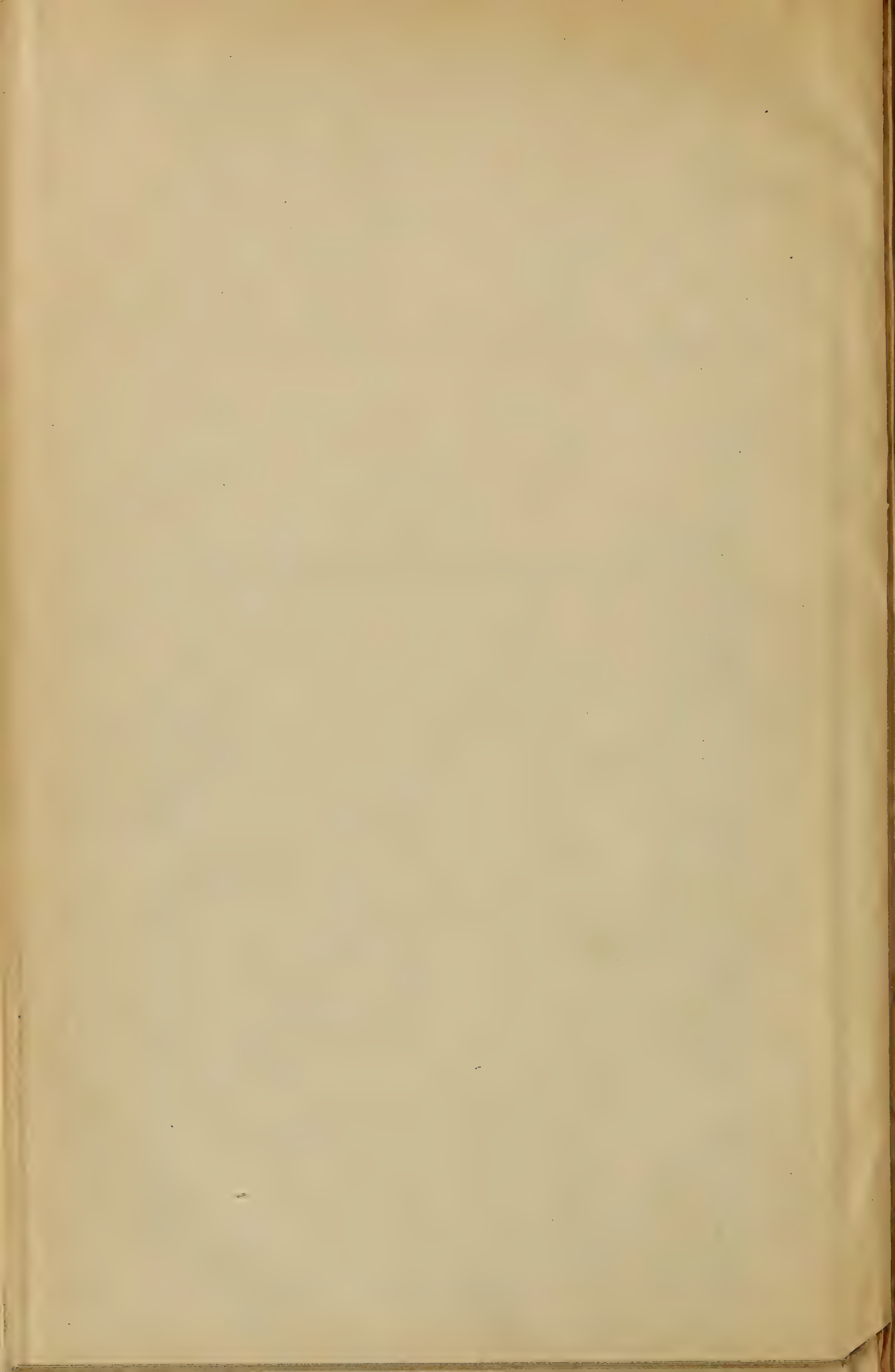
● saliens Lillj.

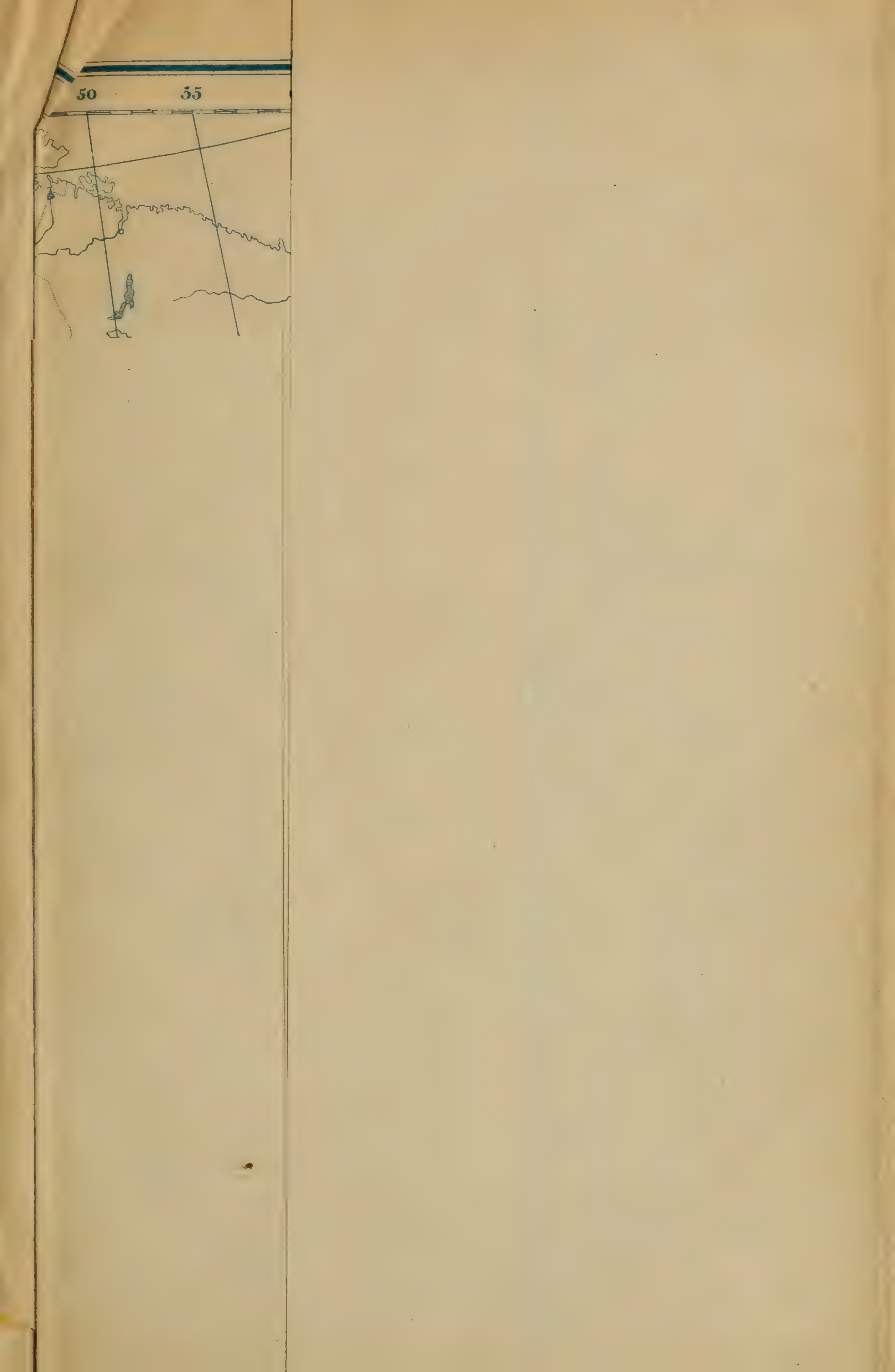
○ weismanni Jmhof

● appendiculata O. Sars.

Steuer.

Verlag von Gustav Fischer in Jena




50
55

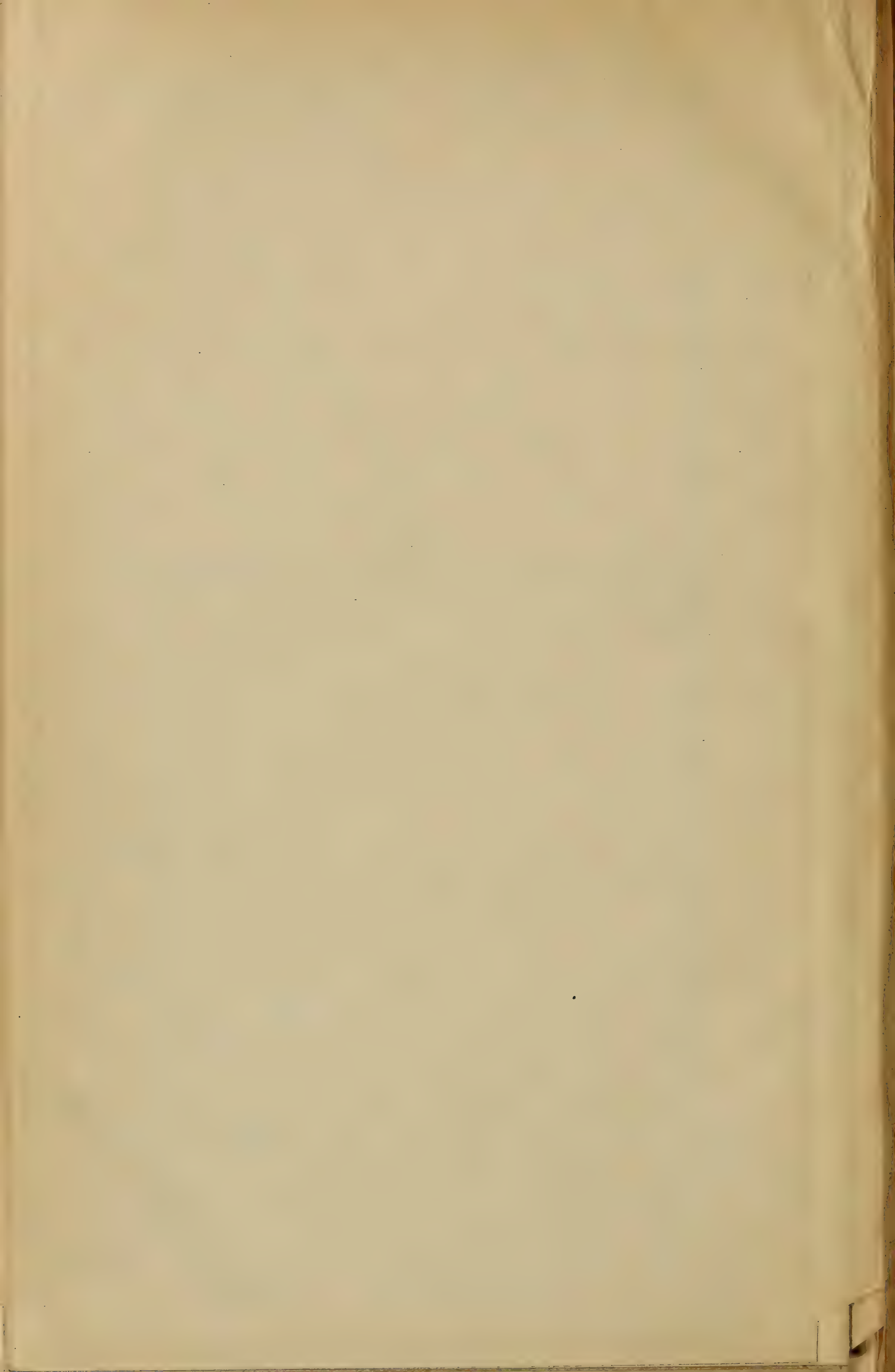


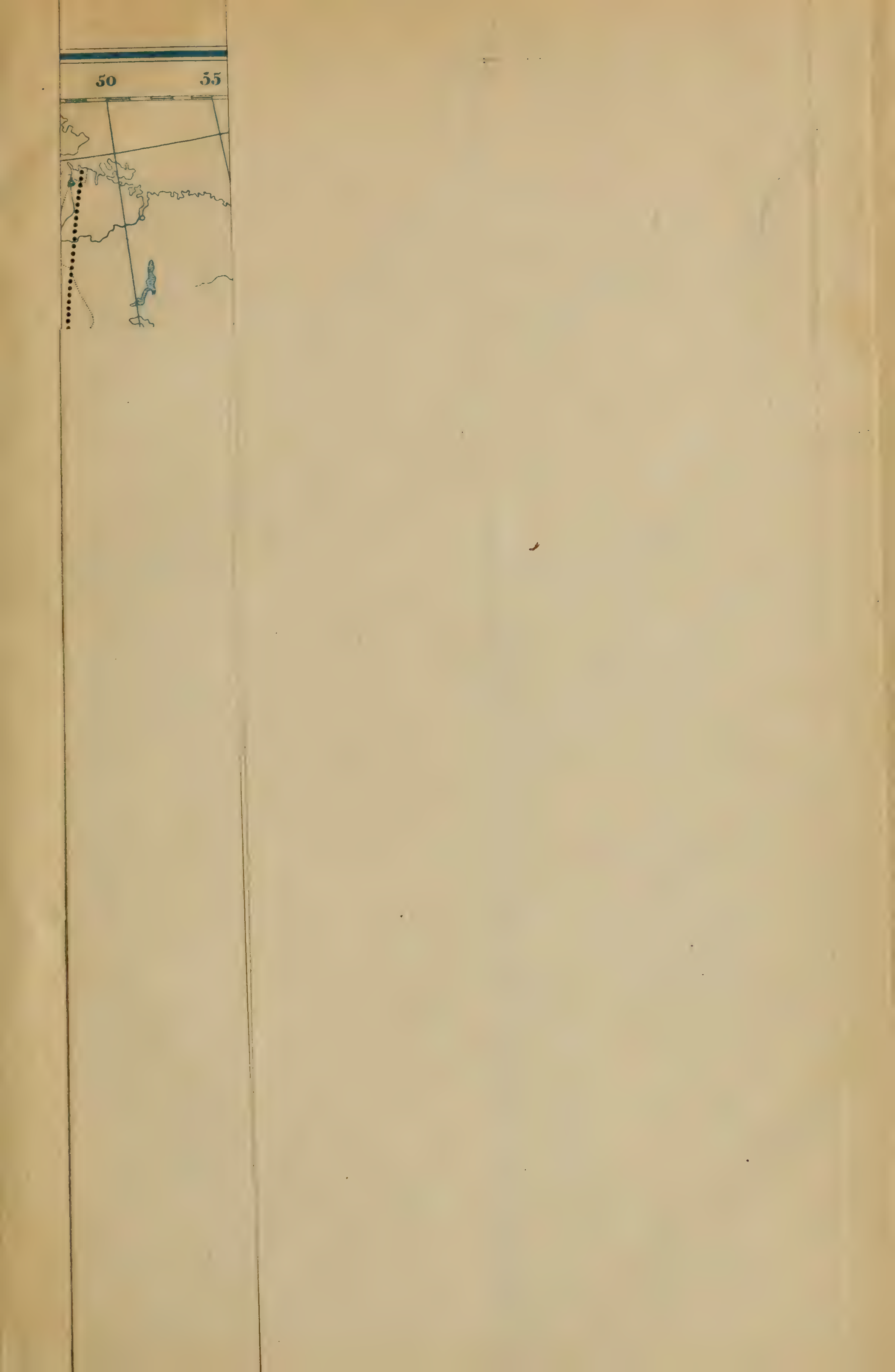
EURYTEMORA

● velox Lillj.
○ affinis Poppe
● lacustris "

Steuer.

Verlag von Gustav Fischer in Jena




50
55





Steuer.

Verlag von Gustav Fischer in Jena

